



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ
МЕГАПОЛИС

ЗАДАЧНИК



Инженерный класс

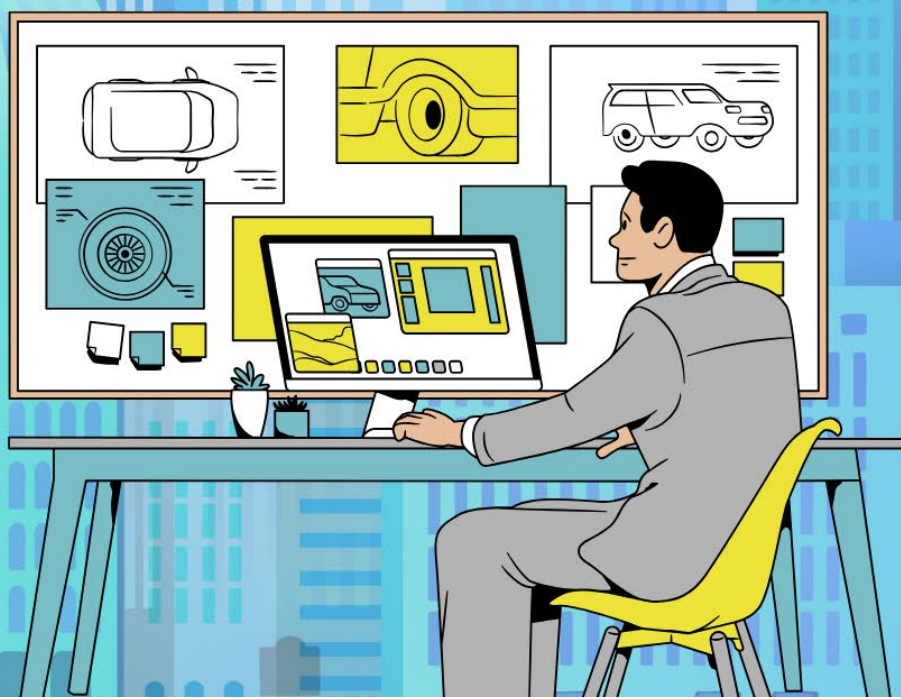
В МОСКОВСКОЙ ШКОЛЕ

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
НАПРАВЛЕНИЕ

ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭТАП



МОСКВА
2024



Содержание КЕЙСА 2

Кейс №2 (Вариант 1).....	4
Введение-1.....	4
Введение-2.....	5
Введение-3.....	7
Введение-4.....	8
Введение-5.....	9
Введение-6.....	11
Введение-7.....	13
Введение-8.....	15
Введение-9.....	16
Введение-10.....	17
Введение-11.....	18
Введение-12.....	20
Введение-13.....	21
Введение-14.....	22
Введение-15.....	23
Введение-16.....	24
Введение-17.....	25
Введение-18.....	26
Введение-19.....	27
Введение-20.....	28
Введение-21.....	29
Введение-22.....	30
Введение-23.....	31
Введение-24.....	32
Кейс №2 (Вариант 2).....	33
Электричество-1.....	33
Электричество-2.....	35
Электричество-3.....	37
Электричество-4.....	39
Электричество-5.....	41
Электричество-6.....	43
Электричество-7.....	45
Электричество-8.....	47
Электричество -9.....	49
Электричество-10.....	51
Электричество-11.....	53

Электричество-12	55
Электричество-13	57
Электричество-14	58
Электричество-15	60
Электричество-16	62
Электричество-17	64
Электричество-18	66
Электричество-19	68
Электричество-20	70
Электричество-21	72
Электричество-22	74
Электричество-23	76
Электричество-24	78

Кейс №2 (Вариант 1)

Введение-1

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*оборотный маятник, штатив, рулетка, секундомер*), определите ускорение свободного падения с использованием оборотного маятника.

Следует провести измерения периодов T_1 и T_2 колебаний от положения h чечевицы при подвешивании маятника за одну и за вторую призмы соответственно; построить графики зависимостей $T_1(h)$ и $T_2(h)$. Из графиков определить период колебаний оборотного маятника и рассчитать ускорение свободного падения.

Возможный вариант выполнения

- 1) Правильно собрана установка для измерения периода колебаний оборотного маятника.
- 2) С использованием рулетки найдена приведенная длина $l_{пр}$ оборотного маятника.
- 3) Проведены измерения $T_1(h)$ и $T_2(h)$.
- 4) На один график нанесены с учетом погрешностей обе серии измерений.
- 5) Найдена точка пересечения графиков, по ней определен период T оборотного маятника.
- 6) По формуле рассчитано ускорение свободного падения:

$$g = \frac{4\pi^2 l_{пр}}{T^2}$$

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для измерения периода оборотного маятника.	5
2) Участник описал формулу для периода колебаний оборотного маятника: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l_{пр}}{g}}$	5
Задание 2.2	
1) Участник провел две серии измерений зависимостей периодов оборотного маятника $T_1(h)$ и $T_2(h)$ от положения h чечевицы при подвешивании маятника за одну и за вторую призмы соответственно.	
А) Каждая из зависимостей содержит 2–3 точки.	8
Б) Каждая из зависимостей содержит 4 и более точки.	10
2) Участник нашел точку пересечения графиков $T_1(h)$ и $T_2(h)$ и по ней определил период T оборотного маятника.	10
Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность результатов эксперимента.	15
2) Участник построил на миллиметровой бумаге оформленный в соответствии с требованиями хорошо читаемый график зависимости $T_1(h)$ и $T_2(h)$	15
Итого	60

Введение-2

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*стержень, штатив, секундомер, рулетка*), определите ускорение свободного падения с использованием физического маятника.

Следует провести измерение периода колебаний T физического маятника при фиксированном положении точки подвеса несколько раз. По полученным данным найти среднее значение периода колебаний физического маятника и определить ускорение свободного падения. Оценить погрешность прямого измерения периода: учесть приборную погрешность, а также случайную погрешность по разбросу экспериментальных результатов по формуле среднеквадратичного отклонения:

$$\Delta T_{\text{случ}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (T_i - \langle T \rangle)^2}{N(N-1)}},$$

а также косвенную погрешность измерения ускорения свободного падения.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для определения периода физического маятника.
- 2) Проведены измерения длины стержня.
- 3) По формуле рассчитана приведенная длина $l_{\text{пр}}$ физического маятника:

$$l_{\text{пр}} = \frac{I}{ma},$$

где I – момент инерции маятника относительно оси, проходящей через точку подвеса, a – расстояние между точкой подвеса и центром тяжести стержня.

- 4) Рассчитано среднее значение периода $\langle T \rangle$ физического маятника и определено ускорение свободного падения:

$$g = \frac{4\pi^2 l_{\text{пр}}}{\langle T \rangle^2}$$

- 5) Рассчитана случайная погрешность измерения периода по формуле:

$$\Delta T_{\text{сл}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (T_i - \langle T \rangle)^2}{N(N-1)}},$$

где N – число измерений. С учетом случайной и приборной погрешностей периода определена полная погрешность ΔT :

$$\Delta T = \sqrt{\Delta T_{\text{случ}}^2 + \Delta T_{\text{приб}}^2}$$

- 6) Проведен расчет косвенной погрешности ускорения свободного падения g :

$$\Delta g = g \cdot \frac{2\Delta T}{\langle T \rangle}$$

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для измерения ускорения свободного падения.	5
2) Участник описал формулу для периода колебаний физического маятника: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l_{\text{пр}}}{g}},$ где $l_{\text{пр}} = I/ma$ – приведенная длина физического маятника.	5
Задание 2.2	
1) Участник провел серию измерений периода колебаний T физического маятника. Участник представляет, что количество измерений в работе существенно, так как оно определяет случайную погрешность (если $N = 1$, задание не засчитывается, как выполненное с грубыми ошибками).	
А) Серия измерений содержит менее 15 значений.	8
Б) Серия измерений содержит 15 и более значений	10
2) Количество опытов в серии $N > 2$	5
Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	10
2) Участник рассчитал косвенную погрешность ускорения свободного падения	15
Итого	
	60

Введение-3

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*стержень, штатив, рулетка, секундомер*), определите ускорение свободного падения с использованием физического маятника.

Следует провести серию измерений периода колебаний T физического маятника в зависимости от его приведенной длины $l_{\text{пр}}$, перемещая точку подвеса.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для определения периода колебаний физического маятника.
- 2) Проведена серия измерений периода T в зависимости от приведенной длины $l_{\text{пр}}$ физического маятника.
- 3) Построен график зависимости $T^2(l_{\text{пр}})$ (или $l_{\text{пр}}(T^2)$).
- 4) Определен коэффициент угла наклона k этой зависимости, по нему рассчитано ускорение свободного падения g :

$$g = \frac{4\pi^2}{k} \text{ (или } g = 4\pi^2 k \text{)}$$

- 5) Оценены погрешность измерения углового коэффициента Δk и погрешность ускорения свободного падения Δg .

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для измерения периода физического маятника.	5
2) Участник описал формулу для периода колебаний физического маятника: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l_{\text{пр}}}{g}}$	5
Задание 2.2	
1) Участник провел серию измерений периода T в зависимости от приведенной длины $l_{\text{пр}}$ физического маятника.	
А) Зависимость содержит 2–3 точки.	8
Б) Зависимость содержит 4 и более точки.	10
2) Участник определил ускорение свободного падения по углу наклона графика зависимости $T^2(l_{\text{пр}})$ (или $l_{\text{пр}}(T^2)$).	10
Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	15
2) Участник построил на миллиметровой бумаге оформленный в соответствии с требованиями хорошо читаемый график зависимости $T^2(l_{\text{пр}})$ (или $l_{\text{пр}}(T^2)$).	15
Итого	60

Введение-4

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*пружина, штатив, набор грузов, линейка*), определите длину пружины, при которой нарушается выполнение закона Гука.

Следует провести серию измерений веса груза P в зависимости от деформации x пружины. Важно как можно точнее определить значение веса, при котором нарушается выполнение закона Гука, увеличив число измерений.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для определения пределов применимости закона Гука.
- 2) Измерена длина l_0 пружины в недеформированном состоянии.
- 3) Проведена серия измерений веса груза P в зависимости от деформации x пружины.
- 4) Построен график зависимости $P(x)$. На графике отмечены приборные погрешности.
- 5) Из графика определено значение веса груза, при котором нарушается выполнение закона Гука (зависимость отклоняется от линейной зависимости).
- 6) По этому значению рассчитана наибольшая длина пружины l , при которой зависимость $P(x)$ отклоняется от линейной зависимости.

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для определения пределов применимости закона Гука.	5
2) Участник описал формулу связи веса груза с деформацией пружины по закону Гука: $P = kx$	5
Задание 2.2	
1) Участник провел серию измерений веса груза P в зависимости от деформации x пружины.	
А) Зависимость содержит 2–3 точки.	8
Б) Зависимость содержит 4 и более точки.	10
2) Участник определил значение веса груза, при котором нарушается выполнение закона Гука (зависимость отклоняется от линейной зависимости).	10
Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	15
2) Участник построил на миллиметровой бумаге оформленный в соответствии с требованиями хорошо читаемый график зависимости $P(x)$.	15
Итого	
	60

Введение-5

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*пружины одинаковой длины с известными коэффициентами жесткости, многофункциональный штатив для фронтальных работ, набор грузов, секундомер*), определите эквивалентный коэффициент жесткости параллельно соединенных пружин.

Следует провести серию измерений периода колебаний T системы из двух параллельно соединенных пружин в зависимости от массы груза m . Определить по этой зависимости экспериментальное значение эквивалентного коэффициента жесткости $k_{\text{экс}}$ и сравнить его с расчетным $k_{\text{теор}}$.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для измерения эквивалентного коэффициента жесткости.
- 2) Рассчитано теоретическое значение эквивалентного коэффициента жесткости $k_{\text{теор}}$ по формуле:

$$k_{\text{теор}} = k_1 + k_2$$

- 3) Проведена серия измерений периода колебаний T системы из двух параллельно соединенных пружин в зависимости от массы груза m .
- 4) Построен график зависимости $T^2(m)$ (или $m(T^2)$).
- 5) Определен коэффициент угла наклона C этой зависимости, по нему рассчитан эквивалентный коэффициент жесткости $k_{\text{экс}}$:

$$k_{\text{экс}} = \frac{4\pi^2}{C} \text{ (или } k_{\text{экс}} = 4\pi^2 C \text{)}$$

- 6) Рассчитана погрешность измерения $\Delta k_{\text{экс}}$. Проведено сравнение теоретического и экспериментального значений.

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для определения эквивалентного коэффициента жесткости.	5
2) Участник описал формулу расчета эквивалентного коэффициента жесткости $k_{\text{теор}} = k_1 + k_2$ и формулу для определения периода пружинного маятника: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_{\text{экс}}}}$	5
Задание 2.2	
1) Участник провел серию измерений периода колебаний T системы из двух параллельно соединенных пружин в зависимости от массы груза m .	
А) Зависимость содержит 2–3 точки.	8
Б) Зависимость содержит 4 и более точки.	10
2) Участник определил эквивалентный коэффициент жесткости по наклону графика $T^2(m)$ (или $m(T^2)$).	10
Задание 2.3	

1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	15
2) Участник построил на миллиметровой бумаге оформленный в соответствии с требованиями хорошо читаемый график зависимости $T^2(m)$ (или $m(T^2)$).	15
Итого	60

Введение-6

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*пружины одинаковой длины с известными коэффициентами жесткости, многофункциональный штатив для фронтальных работ, набор грузов, секундомер*), определите эквивалентный коэффициент жесткости последовательно соединенных пружин.

Следует провести серию измерений периода колебаний T системы из двух последовательно соединенных пружин в зависимости от массы груза m . Определить по этой зависимости эквивалентный коэффициент жесткости $k_{\text{экс}}$ и сравнить с расчетным $k_{\text{теор}}$.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для измерения эквивалентного коэффициента жесткости.
- 2) Рассчитано теоретическое значение эквивалентного коэффициента жесткости $k_{\text{теор}}$ по формуле:

$$\frac{1}{k_{\text{теор}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

- 3) Проведена серия измерений периода колебаний T системы из двух последовательно соединенных пружин в зависимости от массы груза m .

- 4) Построен график зависимости $T^2(m)$ (или $m(T^2)$).

- 5) Определен коэффициент угла наклона C этой зависимости, по нему рассчитан эквивалентный коэффициент жесткости $k_{\text{экс}}$:

$$k_{\text{экс}} = \frac{4\pi^2}{C} \text{ (или } k_{\text{экс}} = 4\pi^2 C \text{)}$$

- 6) Рассчитана погрешность измерения $\Delta k_{\text{экс}}$. Проведено сравнение теоретического и экспериментального значений.

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для определения эквивалентного коэффициента жесткости.	5
2) Участник описал формулу расчета эквивалентного коэффициента жесткости $\frac{1}{k_{\text{теор}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ и формулу для определения периода пружинного маятника: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_{\text{экс}}}}$	5
Задание 2.2	
1) Участник провел серию измерений периода колебаний T системы из двух параллельно соединенных пружин в зависимости от массы груза m .	
А) Зависимость содержит 2–3 точки.	8
Б) Зависимость содержит 4 и более точек.	10
2) Участник определил эквивалентный коэффициент жесткости по наклону графика $T^2(m)$ (или $m(T^2)$).	10

Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	15
2) Участник построил на миллиметровой бумаге оформленный в соответствии с требованиями хорошо читаемый график зависимости $T^2(m)$ (или $m(T^2)$).	15
Итого	60

Введение-7

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*мензурка, динамометр, тело (груз) с полостью внутри*), определите объем полости внутри данного тела. Материал, из которого изготовлено тело, известен.

Следует провести серию измерений веса тела в воздухе P_1 и в воде P_2 . По этим данным рассчитать, используя известные Вам законы, объем полости внутри тела V_0 . Оценить погрешность прямого измерения веса: учесть приборную погрешность, а также случайную погрешность по формуле среднеквадратичного отклонения:

$$\Delta P_{\text{случ}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - \langle P \rangle)^2}{N(N-1)}},$$

а также косвенную погрешность измерения объема полости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для определения объема полости внутри тела.
- 2) Проведены две серии измерений веса в воздухе P_1 и в воде P_2 , по ним рассчитаны средние значения $\langle P_1 \rangle$ и $\langle P_2 \rangle$.
- 3) Рассчитаны случайные погрешности измерений $\Delta P_{1 \text{ случ}}$ и $\Delta P_{2 \text{ случ}}$ по формуле:

$$\Delta P_{\text{случ}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - \langle P \rangle)^2}{N(N-1)}},$$

где N – число измерений. С учетом случайной и приборной погрешностей веса определены полные погрешности ΔP_1 и ΔP_2 по формуле:

$$\Delta P = \sqrt{\Delta P_{\text{случ}}^2 + \Delta P_{\text{приб}}^2}$$

- 3) С помощью мензурки измерен объем тела V с учетом погрешности.
- 4) С использованием законов Ньютона и Архимеда выведена формула для расчета объема полости:

$$\begin{aligned} \langle P_1 \rangle &= mg, \langle P_2 \rangle = mg - F_A \rightarrow \langle P_1 \rangle + \langle P_2 \rangle = 2mg + F_A \rightarrow \langle P_1 \rangle + \langle P_2 \rangle = 2\rho_{\text{тела}}(V - V_0)g + \rho_{\text{воды}}Vg \\ &\rightarrow 2\rho_{\text{тела}}Vg + \rho_{\text{воды}}Vg - \langle P_1 \rangle - \langle P_2 \rangle = 2\rho_{\text{тела}}V_0g \\ &\rightarrow V_0 = \frac{2\rho_{\text{тела}}Vg + \rho_{\text{воды}}Vg - \langle P_1 \rangle - \langle P_2 \rangle}{2\rho_{\text{тела}}g} \end{aligned}$$

- 5) Рассчитана косвенная погрешность измерения ΔV_0 .

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для определения объема полости внутри тела.	5
2) Участник описал формулу для расчета объема полости внутри тела: $\rightarrow V_0 = \frac{2\rho_{\text{тела}}Vg + \rho_{\text{воды}}Vg - \langle P_1 \rangle - \langle P_2 \rangle}{2\rho_{\text{тела}}g}$	5
Задание 2.2	

1) Участник провел серию измерений веса тела в воздухе и в воде. Участник представляет, что количество измерений в работе существенно, так как оно определяет случайную погрешность (если $N = 1$, задание не засчитывается, как выполненное с грубыми ошибками).	
А) Серия измерений содержит менее 5 значений.	8
Б) Серия измерений содержит 5 и более значений	10
2) Количество опытов в серии $N > 2$	5
Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	10
2) Участник рассчитал косвенную погрешность объема полости внутри тела.	15
Итого	60

Введение-8

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*мензурка, динамометр, набор деревянных (или иных похожих по плотности) тел*), определите плотность неизвестной жидкости.

Следует провести серию измерений зависимости объема V вытесненной жидкости от массы m погруженного в жидкость тела. Построить график этой зависимости. Сделать предположение, что это может быть за жидкость.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для определения плотности неизвестной жидкости.
- 2) Измерены значения масс тел.
- 3) Проведена серия измерений зависимости объема вытесненной жидкости от массы погруженного в жидкость тела.
- 4) Построен график зависимости $V(m)$ (или $(m(V))$), содержащий приборные погрешности величин.
- 5) По угловому коэффициенту k графика определена плотность неизвестной жидкости:

$$\rho_{\text{ж}} = \frac{1}{k} \text{ (или } \rho_{\text{ж}} = k \text{)}$$

- 6) На основании данных о плотности сделано обоснованное предположение о составе жидкости.

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для определения плотности неизвестной жидкости.	5
2) Участник описал формулу расчета плотности неизвестной жидкости по закону Архимеда: $F_A = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{погр}}$	5
Задание 2.2	
1) Участник провел серию измерений зависимости объема вытесненной жидкости от массы погруженного в жидкость тела.	
А) Зависимость содержит 2–3 точки.	8
Б) Зависимость содержит 4 и более точки.	10
2) Участник определил плотность неизвестной жидкости по угловому коэффициенту графика $V(m)$ (или $(m(V))$).	10
Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	15
2) Участник построил на миллиметровой бумаге оформленный в соответствии с требованиями хорошо читаемый график зависимости $V(m)$ (или $(m(V))$).	15
Итого	
	60

Введение-9

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*сообщающиеся сосуды, линейка, вода, неизвестная жидкость*), определите плотность неизвестной жидкости.

Следует провести серию измерений зависимости высоты столба неизвестной жидкости h в одном колене от высоты столба воды h_0 в другом. Построить график этой зависимости. Сделать предположение, что это может быть за жидкость.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для определения плотности неизвестной жидкости.
- 2) Проведена серия измерений зависимости высоты столба неизвестной жидкости h в одном колене от высоты столба воды h_0 в другом.
- 3) Построен график зависимости $h(h_0)$ (или $(h_0(h))$), содержащий приборные погрешности величин.
- 4) По угловому коэффициенту k графика определена плотность неизвестной жидкости:

$$\rho_{\text{ж}} = k\rho_{\text{воды}} \text{ (или } \rho_{\text{ж}} = \frac{\rho_{\text{воды}}}{k}\text{)}$$

- 5) На основании данных о плотности сделано обоснованное предположение о составе неизвестной жидкости.

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для определения плотности неизвестной жидкости.	5
2) Участник описал формулу расчета плотности неизвестной жидкости: $\rho_{\text{ж}}h = \rho_{\text{в}}h_0$	5
Задание 2.2	
1) Участник провел серию измерений зависимости высоты столба неизвестной жидкости h в одном колене от высоты столба воды h_0 в другом.	
А) Зависимость содержит 2–3 точки.	8
Б) Зависимость содержит 4 и более точки.	10
2) Участник определил плотность неизвестной жидкости по угловому коэффициенту графика $h(h_0)$ (или $(h_0(h))$).	10
Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	15
2) Участник построил на миллиметровой бумаге оформленный в соответствии с требованиями хорошо читаемый график зависимости $h(h_0)$ (или $(h_0(h))$).	15
Итого	
	60

Введение-10

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*регулируемая наклонная плоскость с транспортиром, динамометр, груз*), определите коэффициент трения между наклонной плоскостью и грузом.

Следует провести серию измерений зависимости показаний P динамометра от угла наклонной плоскости α и построить график этой зависимости. Определить по графику наибольшее значение угла α_0 , при котором сила упругости все еще не действует на груз (пружина динамометра не деформируется). По этим данным рассчитать значение коэффициента трения $\mu_{\text{экс}}$.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для определения коэффициента трения.
- 2) Проведена серия измерений зависимости показаний P динамометра от угла наклонной плоскости α .
- 3) Построен график зависимости $P(\alpha)$, содержащий приборные погрешности величин.
- 4) По графику определено наибольшее значение угла α_0 , при котором сила трения покоя переходит в силу трения скольжения.
- 5) Рассчитано эмпирическое значение коэффициента трения $\mu_{\text{экс}}$:

$$\mu_{\text{экс}} = \operatorname{arctg} \alpha_0$$

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для определения коэффициента трения.	5
2) Участник описал формулу расчета плотности коэффициента трения: $\mu_{\text{экс}} = \operatorname{arctg} \alpha_0$	5
Задание 2.2	
1) Участник провел серию измерений зависимости показаний P динамометра от угла наклонной плоскости α .	
А) Зависимость содержит 2–3 точки.	8
Б) Зависимость содержит 4 и более точки.	10
2) Участник определил наибольшее значение угла α_0 , при котором сила трения покоя переходит в силу трения скольжения.	10
Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	15
2) Участник построил на миллиметровой бумаге оформленный в соответствии с требованиями хорошо читаемый график зависимости $P(\alpha)$.	15
Итого	
	60

Введение-11

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*маятник Максвелла, линейка, весы секундомер*), определите момент инерции маятника Максвелла.

Следует провести серию измерений зависимости времени движения t маятника от начальной высоты h . Определить по этой зависимости момент инерции I маятника Максвелла.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для определения момента инерции маятника Максвелла.
- 2) Проведена серия измерений зависимости времени движения t маятника от начальной высоты h .
- 3) Построен график зависимости $t^2(h)$ (или $h(t^2)$).
- 4) Из закона сохранения энергии получена формула момента инерции маятника.

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} \rightarrow \begin{cases} v = at \\ h = \frac{at^2}{2} \end{cases} \rightarrow h = \frac{vt}{2} \rightarrow \omega = \frac{v}{r} = \frac{2v}{d} \rightarrow$$
$$I = \frac{md^2}{4} \left(\frac{gt^2}{2h} - 1 \right),$$

где d – диаметр маятника, m – его масса.

- 5) Определен угловой коэффициент k графика $t^2(h)$ (или $h(t^2)$).
- 6) С использованием закона сохранения энергии и углового коэффициента рассчитано значение момента инерции маятника Максвелла:

$$I = \frac{md^2}{4} \left(\frac{g}{2} k - 1 \right),$$

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для определения момента инерции маятника Максвелла.	5
2) Участник описал формулу расчета момента инерции маятника Максвелла из закона сохранения энергии: $I = \frac{md^2}{4} \left(\frac{g}{2} k - 1 \right)$	5
Задание 2.2	
1) Участник провел серию измерений зависимости времени движения t маятника от начальной высоты h .	
А) Зависимость содержит 2–3 точки.	8
Б) Зависимость содержит 4 и более точек.	10
2) Участник определил момент инерции по угловому коэффициенту зависимости $t^2(h)$ (или $h(t^2)$).	10
Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	15

2) Участник построил на миллиметровой бумаге оформленный в соответствии с требованиями хорошо читаемый график зависимости $t^2(h)$ (или $h(t^2)$).	15
Итого	60

Введение-12

Используя предложенные измерительные приборы и элементы (*стержень, штангенциркуль, мензурка, динамометр*), определите плотность неизвестной жидкости.

Следует провести серию измерений зависимости показаний P динамометра от длины l погруженной в жидкость части стержня. Построить график этой зависимости и определить по угловому коэффициенту наклона плотность неизвестной жидкости. Сделать предположение, что это может быть за жидкость.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрана установка для определения плотности неизвестной жидкости.
- 2) С помощью штангенциркуля определена площадь поперечного сечения S стержня.
- 3) Проведена серия измерений зависимости показаний P динамометра от длины l погруженной в жидкость части стержня.
- 4) Построен график зависимости $P(l)$ (или $l(P)$). График содержит приборные погрешности.
- 5) По угловому коэффициенту k графика определена плотность неизвестной жидкости:

$$\rho_{\text{ж}} = \frac{k}{gS} \text{ (или } \rho_{\text{ж}} = \frac{gS}{k} \text{)}$$

- 6) На основании данных о плотности сделано обоснованное предположение о составе неизвестной жидкости.

Критерии оценки

Критерий	Балл
Задание 2.1	
1) Участник правильно собрал установку для определения плотности неизвестной жидкости.	5
2) Участник описал формулу расчета плотности неизвестной жидкости: $F_A = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{погр}}$	5
Задание 2.2	
1) Участник провел серию измерений показаний P динамометра от длины l погруженной в жидкость части стержня.	
А) Зависимость содержит 2–3 точки.	8
Б) Зависимость содержит 4 и более точки.	10
2) Участник определил плотность неизвестной жидкости по угловому коэффициенту графика $P(l)$ (или $l(P)$).	10
Задание 2.3	
1) Участник корректно описал формулы для расчета погрешностей, грамотно оценил погрешность эксперимента.	15
2) Участник построил на миллиметровой бумаге оформленный в соответствии с требованиями хорошо читаемый график зависимости $P(l)$ (или $l(P)$).	15
Итого	60

Введение-13

Используйте предложенные материалы (*штатив, клубок ниток, коробочка со скрепками канцелярскими, небольшой грузик известной массы*) и измерительные приборы (*линейка*), и определите массу одной скрепки и погрешность полученного значения.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений, варьируя один из параметров системы, и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения

- 1) Необходимо веревочной петлей обвязать линейку вокруг ее центра, и получившуюся конструкцию подвесить на штативе. К одному концу линейки прикрепить грузик известной массы, а к другому – несколько скрепок. Уравновесить получившуюся конструкцию, варьируя положение точки подвеса грузика.
- 2) Следует обозначить расстояние от точки подвеса грузика до точки подвеса линейки (ее центра масс) за x . При этом условие равновесия системы примет следующий вид: $Mx = Nml$, где l – расстояние от центра масс линейки до точки подвеса скрепок, M – масса известного груза, а N – число скрепок на подвесе.
- 3) Эту зависимость можно свести к линейной следующими математическими преобразованиями: $\frac{Mx}{ml} = N$
- 4) Сняв экспериментальную зависимость числа скрепок, уравнивающих рычаг (N) от обратного расстояния от центра рычага до точки подвеса груза известной массы x , можно определить массу скрепки из коэффициента наклона.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса сконструировал простые рычажные весы	5
2) Корректно записано правило моментов в том или ином формате.	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость x от N	
А – Зависимость содержит 1-2 точки	5
Б – Зависимость содержит 3 и более точек	10
2) Участник смог корректно определить массу скрепки	10
Задание 2.3.	
1) Определена погрешность массы	15
2) Построен график экспериментальной зависимости	15
Итого	60

Введение-14

Используйте предложенные материалы (*штатив, клубок ниток, коробочка со скрепками канцелярскими известной массы, небольшой грузик неизвестной массы*) и измерительные приборы (*линейка*), и определите массу грузика и погрешность полученного значения.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений, варьируя один из параметров системы, и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения

- 1) Необходимо веревочной петлей обвязать линейку вокруг ее центра, и получившуюся конструкцию подвесить на штативе. К одному концу линейки прикрепить грузик, а к другому – несколько скрепок. Уравновесить получившуюся конструкцию, варьируя положение точки подвеса грузика.
- 2) Следует обозначить расстояние от точки подвеса грузика до точки подвеса линейки (ее центра масс) за x . При этом условие равновесия системы примет следующий вид: $Mx = Nml$, где l – расстояние от центра масс линейки до точки подвеса скрепок, M – масса неизвестного груза, а N – число скрепок на подвесе.
- 3) Эту зависимость можно можно привести к линейному виду следующими математическими преобразованиями: $\frac{Mx}{ml} = N$
- 4) Сняв экспериментальную зависимость числа скрепок, уравнивающих рычаг (N) от обратного расстояния от центра рычага до точки подвеса груза известной массы x , можно определить массу грузика из коэффициента наклона.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса сконструировал простые рычажные весы	5
2) Корректно записано правило моментов в том или ином формате.	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость x от N	
А – Зависимость содержит 1-2 точки	5
Б – Зависимость содержит 3 и более точек	10
2) Участник смог корректно определить массу скрепки	10
Задание 2.3.	
1) Определена погрешность массы	15
2) Построен корректно оформленный график экспериментальной зависимости	15
Итого	60

Введение-15

Используйте предложенные материалы (*штатив, клубок ниток, коробочка со скрепками канцелярскими, небольшой грузик известной массы*) и измерительные приборы (*линейка*), и определите плотность материала, из которого выполнена скрепка с погрешностью. Разрешено разогнуть не более одной скрепки, согнув получившийся кусок проволоки в произвольной форме.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений, варьируя один из параметров системы, и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения

- 1) Необходимо веревочной петлей обвязать линейку вокруг ее центра, и получившуюся конструкцию подвесить на штативе. К одному концу линейки прикрепить грузик известной массы, а к другому – несколько скрепок. Уравновесить получившуюся конструкцию, варьируя положение точки подвеса грузика.
- 2) Следует обозначить расстояние от точки подвеса грузика до точки подвеса линейки (ее центра масс) за x . При этом условие равновесия системы примет следующий вид: $Mx = Nml$, где l – расстояние от центра масс линейки до точки подвеса скрепок, M – масса известного груза, а N – число скрепок на подвесе.
- 3) Эту зависимость можно привести к линейному виду следующими математическими преобразованиями: $\frac{Mx}{ml} = N$
- 4) Сняв экспериментальную зависимость числа скрепок, уравновешивающих рычаг (N) от обратного расстояния от центра рычага до точки подвеса груза известной массы x , можно определить массу скрепки из коэффициента наклона.
- 5) Длину проволоки можно измерить, разогнув скрепку в виде прямого куска проволоки
- 6) Толщину проволоки можно определить, изготовив из проволоки катушку (метод рядов)

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса сконструировал простые рычажные весы	5
2) Корректно записано правило моментов в том или ином формате.	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость x от N	
А – Зависимость содержит 1-2 точки	5
Б – Зависимость содержит 3 и более точек	10
2) Участник смог корректно определить плотность проволоки	10
Задание 2.3.	
1) Определена погрешность плотности	15
2) Построен корректно оформленный график экспериментальной зависимости	15
Итого	60

Введение-16

Используйте предложенные материалы (*штатив, клубок ниток, коробочка со скрепками канцелярскими, небольшой грузик известной массы*) и измерительные приборы (*линейка, штангенциркуль*), и определите плотность материала, из которого выполнена скрепка с погрешностью. Скрепки разгибать запрещено.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений, варьируя один из параметров системы, и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения

- 1) Необходимо веревочной петлей обвязать линейку вокруг ее центра, и получившуюся конструкцию подвесить на штативе. К одному концу линейки прикрепить грузик известной массы, а к другому – несколько скрепок. Уравновесить получившуюся конструкцию, варьируя положение точки подвеса грузика.
- 2) Следует обозначить расстояние от точки подвеса грузика до точки подвеса линейки (ее центра масс) за x . При этом условие равновесия системы примет следующий вид: $Mx = Nml$, где l – расстояние от центра масс линейки до точки подвеса скрепок, M – масса известного груза, а N – число скрепок на подвесе.
- 3) Эту зависимость можно можно привести к линейному виду следующими математическими преобразованиями: $\frac{Mx}{ml} = N$
- 4) Сняв экспериментальную зависимость числа скрепок, уравнивающих рычаг (N) от обратного расстояния от центра рычага до точки подвеса груза известной массы x , можно определить массу скрепки из коэффициента наклона.
- 5) Длину проволоки можно измерить, выложив нить в форме скрепки, а затем измерив длину потребовавшегося участка нити.
- 6) Толщину проволоки можно определить с помощью штангенциркуля

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса сконструировал простые рычажные весы	5
2) Корректно записано правило моментов в том или ином формате.	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость x от N	
А – Зависимость содержит 1-2 точки	5
Б – Зависимость содержит 3 и более точек	10
2) Участник смог корректно определить плотность проволоки	10
Задание 2.3.	
1) Определена погрешность плотности	15
2) Построен график экспериментальной зависимости	15
Итого	60

Введение-17

Используйте предложенные материалы (*штатив, клубок ниток, скрепка, небольшой грузик известной массы, магнитные шарики – конструктор “неосибе”*) и измерительные приборы (*деревянная линейка с отверстием*), и определите массу одной скрепки и массу одного шарика.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений, варьируя один из параметров системы, и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения

- 1) Необходимо веревочной петлей обвязать линейку вокруг ее центра, и получившуюся конструкцию подвесить на штативе. К одному концу линейки прикрепить грузик известной массы, а в отверстие продеть скрепку. К скрепке примагнитить несколько магнитных шариков. Уравновесить получившуюся конструкцию, варьируя положение точки подвеса грузика.
- 2) Следует обозначить расстояние от точки подвеса грузика до точки подвеса линейки (ее центра масс) за x . При этом условие равновесия системы примет следующий вид: $Mx = (Nm + m_c)l$, где l – расстояние от центра масс линейки до точки подвеса скрепки с шариками, M – масса известного груза, m_c – масса скрепки, а N – число шариков на скрепке.
- 3) Эту зависимость можно рядом математических преобразований привести к следующему линейному виду: $N = \frac{M}{ml}x - \frac{m_c}{m}$. Это – зависимость вида $y = kx + b$, где $k = \frac{M}{ml}$, $b = -\frac{m_c}{m}$.
- 4) Определив параметры k и b линейной зависимости, можно получить массу шарика m по формуле $m = \frac{M}{kl}$, а найдя массу шарика – несложно найти массу скрепки по формуле $m_c = -bm$.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса сконструировал простые рычажные весы	5
2) Корректно записано правило моментов в том или ином формате.	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость x от N	
А – Зависимость содержит 1-2 точки	5
Б – Зависимость содержит 3 и более точек	10
2) Участник смог корректно определить массу шарика	5
3) Корректно определена масса скрепки	5
Задание 2.3.	
1) Определена погрешность массы шарика	7
2) Определена погрешность массы скрепки	8
3) Построен график экспериментальной зависимости	15
Итого	60

Введение-18

Используйте предложенные материалы (*штатив, клубок ниток, скрепка, небольшой грузик неизвестной массы, магнитные шарики – конструктор “неосибе”, масса одного шарика известна*) и измерительные приборы (*деревянная линейка с отверстием*), и определите массу скрепки и массу грузика.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений, варьируя один из параметров системы, и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения

- 1) Необходимо веревочной петлей обвязать линейку вокруг ее центра, и получившуюся конструкцию подвесить на штативе. К одному концу линейки прикрепить грузик известной массы, а в отверстие продеть скрепку. К скрепке примагнитить несколько магнитных шариков. Уравновесить получившуюся конструкцию, варьируя положение точки подвеса грузика.
- 2) Следует обозначить расстояние от точки подвеса грузика до точки подвеса линейки (ее центра масс) за x . При этом условие равновесия системы примет следующий вид: $Mx = (Nm + m_c)l$, где l – расстояние от центра масс линейки до точки подвеса скрепок, M – масса неизвестного груза, m_c – масса скрепки, а N – число скрепок на подвесе.
- 3) Эту зависимость можно рядом математических преобразований привести к следующему линейному виду: $N = \frac{M}{ml}x - \frac{m_c}{m}$. Это – зависимость вида $y = kx + b$, где $k = \frac{M}{ml}$, $b = -\frac{m_c}{m}$
- 4) Определив параметры k и b линейной зависимости, можно получить массу грузика M по формуле $M = kml$, а массу скрепки по формуле $m_c = -bm$

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса сконструировал простые рычажные весы	5
2) Корректно записано правило моментов в том или ином формате.	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость x от N	
А – Зависимость содержит 1-2 точки	5
Б – Зависимость содержит 3 и более точек	10
2) Участник смог корректно определить массу грузика	5
3) Корректно определена масса скрепки	5
Задание 2.3.	
1) Определена погрешность массы грузика	7
2) Определена погрешность массы скрепки	8
3) Построен график экспериментальной зависимости	15
Итого	60

Введение-19

Используйте предложенные материалы (*штатив, клубок ниток, скрепка известной массы, небольшой грузик, магнитные шарики – конструктор “неосибе”*) и измерительные приборы (*деревянная линейка с отверстием*), и определите массу грузика и массу одного шарика.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений, варьируя один из параметров системы, и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения

- 1) Необходимо веревочной петлей обвязать линейку вокруг ее центра, и получившуюся конструкцию подвесить на штативе. К одному концу линейки прикрепить грузик известной массы, а в отверстие продеть скрепку. К скрепке примагнитить несколько магнитных шариков. Уравновесить получившуюся конструкцию, варьируя положение точки подвеса грузика.
- 2) Следует обозначить расстояние от точки подвеса грузика до точки подвеса линейки (ее центра масс) за x . При этом условие равновесия системы примет следующий вид: $Mx = (Nm + m_c)l$, где l – расстояние от центра масс линейки до точки подвеса скрепки с шариками, M – масса грузика, m_c – масса скрепки, а N – число шариков на скрепке.
- 3) Эту зависимость можно рядом математических преобразований привести к следующему линейному виду: $N = \frac{M}{ml}x - \frac{m_c}{m}$. Это – зависимость вида $y = kx + b$, где $k = \frac{M}{ml}$, $b = -\frac{m_c}{m}$.
- 4) Определив параметры k и b линейной зависимости, можно получить массу шарика по формуле $m = -\frac{m_c}{b}$, а найдя массу шарика – несложно найти массу грузика по формуле $M = kml$.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса сконструировал простые рычажные весы	5
2) Корректно записано правило моментов в том или ином формате.	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость x от N	
А – Зависимость содержит 1-2 точки	5
Б – Зависимость содержит 3 и более точек	10
2) Участник смог корректно определить массу шарика	5
3) Корректно определена масса грузика	5
Задание 2.3.	
1) Определена погрешность массы шарика	7
2) Определена погрешность массы грузика	8
3) Построен график экспериментальной зависимости	15
Итого	60

Введение-20

Используйте предложенные материалы (*штатив, клубок ниток, коробочка со скрепками известной массы*) и измерительные приборы (*линейка с отверстием*), и определите массу линейки. Оцените погрешность массы.

Проведите несколько измерений, варьируя один из параметров системы.

Постройте график исследованной Вами зависимости и отобразите погрешности измеренных величин на графике. В соответствии с критериями, более высоко будут оценены работы, в которых для получения информации был использован линеаризованный график зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Необходимо сделать веревочную петлю на штативе, а в ней расположить линейку. К отверстию в линейке прикрепить несколько скрепок. Уравновесить получившуюся конструкцию, варьируя положение точки подвеса (перемещая линейку в петле)
- 2) Следует обозначить расстояние от точки подвеса линейки до точки подвеса скрепок за x . При этом условие равновесия системы примет следующий вид: $M(0,5L-x) = Nmx$, где L – длина линейки, M – масса линейки, а N – число скрепок на подвесе.
- 3) Эту зависимость можно рядом математических преобразований привести к следующему линейному виду: $\frac{ML}{2m} \frac{1}{x} - \frac{M}{m} = N$
- 4) Сняв экспериментальную зависимость числа скрепок, уравнивающих линейку (N) от обратного расстояния от точки подвеса линейки до точки подвеса скрепок ($1/x$) можно получить искомую массу скрепки из параметра сдвига ($-\frac{M}{m}$) или параметра наклона ($\frac{ML}{2m}$) экспериментальной зависимости

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса сконструировал простые рычажные весы	10
2) Корректно записано правило моментов в том или ином формате.	10
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость x от N	
А – Зависимость содержит 1-2 точки	5
Б – Зависимость содержит 3 и более точек	10
2) Участник смог корректно определить массу скрепки	5
Задание 2.3.	
1) Определена погрешность массы	15
2) Построен график экспериментальной зависимости	15
Итого	60

Введение-21

Используйте предложенные материалы (*штатив, желоб, металлический шарик, металлический грузик*) и измерительные приборы (*линейка и секундомер*), и оцените ускорение, с которым скатывается шарик. Высоту крепления желоба на штативе изменять не разрешается.

Проведите несколько измерений. Работа, содержащая график экспериментальной зависимости, будет оценена более высоко, в соответствии с критериями.

Возможный вариант выполнения

- 1) Грузик можно положить на желоб. Это ограничит расстояние, которое сможет пройти шарик, скатываясь по желобу. При этом, шарик издаст звонкий звук, ударившись о груз-ограничитель.
- 2) Отпустите шарик, включив секундомер. Остановите секундомер, когда шарик ударится о груз-ограничитель.
- 3) Показания секундомера (t) и длина участка желоба между стартовой позицией шарика и ограничителем (L) будут связаны формулой $L = \frac{at^2}{2}$
- 4) Построив экспериментальную зависимость $L(t^2)$, можно найти ее угловой коэффициент – тангенс угла наклона, который будет численно равен половине ускорения.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Изготовлена установка с желобом, позволяющая произвести измерение ускорения шарика.	5
2) Участник конкурса, верно, записал связь доступной для шарика длины желоба и времени движения $L = \frac{at^2}{2}$	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $L(t)$	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	5
Б – Зависимость содержит 4-5 и более точек	10
2) Определено значение ускорения.	10
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости $L(t)$ или $t(L)$	10
3) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости $L(t^2)$ или $t^2(L)$, параметры линеаризованной зависимости использованы для нахождения ускорения.	15
Итого	60

Введение-22

Используйте предложенные материалы (*штатив, желоб, сплошной металлический цилиндр, металлический грузик*) и измерительные приборы (*линейка и секундомер*), и оцените ускорение, с которым скатывается цилиндр. Высоту крепления желоба на штативе изменять не разрешается.

Проведите несколько измерений. Работа, содержащая график экспериментальной зависимости, будет оценена более высоко, в соответствии с критериями.

Возможный вариант выполнения

- 1) Грузик можно положить на желоб. Это ограничит расстояние, которое сможет пройти цилиндр, скатываясь по желобу. При этом, цилиндр издаст звонкий звук, ударившись о груз-ограничитель.
- 2) Отпустите цилиндр, включив секундомер. Остановите секундомер, когда шарик ударится о груз-ограничитель.
- 3) Показания секундомера (t) и длина участка желоба между стартовой позицией цилиндра и ограничителем (L) будут связаны формулой $L = \frac{at^2}{2}$
- 4) Построив экспериментальную зависимость $L(t^2)$, можно найти ее угловой коэффициент – тангенс угла наклона, который будет численно равен половине ускорения.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Изготовлена установка с желобом, позволяющая произвести измерение ускорения цилиндра.	5
2) Участник конкурса, верно, записал связь доступной для цилиндра длины желоба и времени движения $L = \frac{at^2}{2}$	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $L(t)$	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	5
Б – Зависимость содержит 4-5 и более точек	10
2) Определено значение ускорения.	10
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости $L(t)$ или $t(L)$	10
3) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости $L(t^2)$ или $t^2(L)$, параметры линейной зависимости использованы для нахождения ускорения.	15
Итого	60

Введение-23

Используйте предложенные материалы (*штатив, желоб, полый металлический цилиндр, металлический грузик*) и измерительные приборы (*линейка и секундомер*), и оцените ускорение, с которым скатывается цилиндр. Высоту крепления желоба на штативе изменять не разрешается.

Проведите несколько измерений. Работа, содержащая график экспериментальной зависимости, будет оценена более высоко, в соответствии с критериями.

Возможный вариант выполнения

- 1) Грузик можно положить на желоб. Это ограничит расстояние, которое сможет пройти цилиндр, скатываясь по желобу. При этом, цилиндр издаст звонкий звук, ударившись о груз-ограничитель.
- 2) Отпустите цилиндр, включив секундомер. Остановите секундомер, когда шарик ударится о груз-ограничитель.
- 3) Показания секундомера (t) и длина участка желоба между стартовой позицией цилиндра и ограничителем (L) будут связаны формулой $L = \frac{at^2}{2}$
- 4) Построив экспериментальную зависимость $L(t^2)$, можно найти ее угловой коэффициент – тангенс угла наклона, который будет численно равен половине ускорения.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Изготовлена установка с желобом, позволяющая произвести измерение ускорения цилиндра.	5
2) Участник конкурса, верно, записал связь доступной для цилиндра длины желоба и времени движения $L = \frac{at^2}{2}$	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $L(t)$	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	5
Б – Зависимость содержит 4-5 и более точек	10
2) Определено значение ускорения.	10
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости $L(t)$ или $t(L)$	10
3) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости $L(t^2)$ или $t^2(L)$, параметры линейной зависимости использованы для нахождения ускорения.	15
Итого	60

Введение-24

Используйте предложенные материалы (*штатив, желоб, колесо, металлический грузик*) и измерительные приборы (*линейка и секундомер*), и оцените ускорение, с которым скатывается колесо. Высоту крепления желоба на штативе изменять не разрешается.

Проведите несколько измерений. Работа, содержащая график экспериментальной зависимости, будет оценена более высоко, в соответствии с критериями.

Возможный вариант выполнения

- 1) Грузик можно положить на желоб. Это ограничит расстояние, которое сможет пройти колесо, скатываясь по желобу. При этом, колесо издаст звонкий звук, ударившись о груз-ограничитель.
- 2) Отпустите колесо, включив секундомер. Остановите секундомер, когда шарик ударится о груз-ограничитель.
- 3) Показания секундомера (t) и длина участка желоба между стартовой позицией колеса и ограничителем(L) будут связаны формулой $L = \frac{at^2}{2}$
- 4) Построив экспериментальную зависимость $L(t^2)$, можно найти ее угловой коэффициент – тангенс угла наклона, который будет численно равен половине ускорения.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Изготовлена установка с желобом, позволяющая произвести измерение ускорения колеса.	5
2) Участник конкурса, верно, записал связь доступной для цилиндра длины желоба и времени движения $L = \frac{at^2}{2}$	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $L(t)$	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	5
Б – Зависимость содержит 4-5 и более точек	10
2) Определено значение ускорения.	10
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости $L(t)$ или $t(L)$	10
3) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости $L(t^2)$ или $t^2(L)$, параметры линейной зависимости использованы для нахождения ускорения.	15
Итого	60

Кейс №2 (Вариант 2)

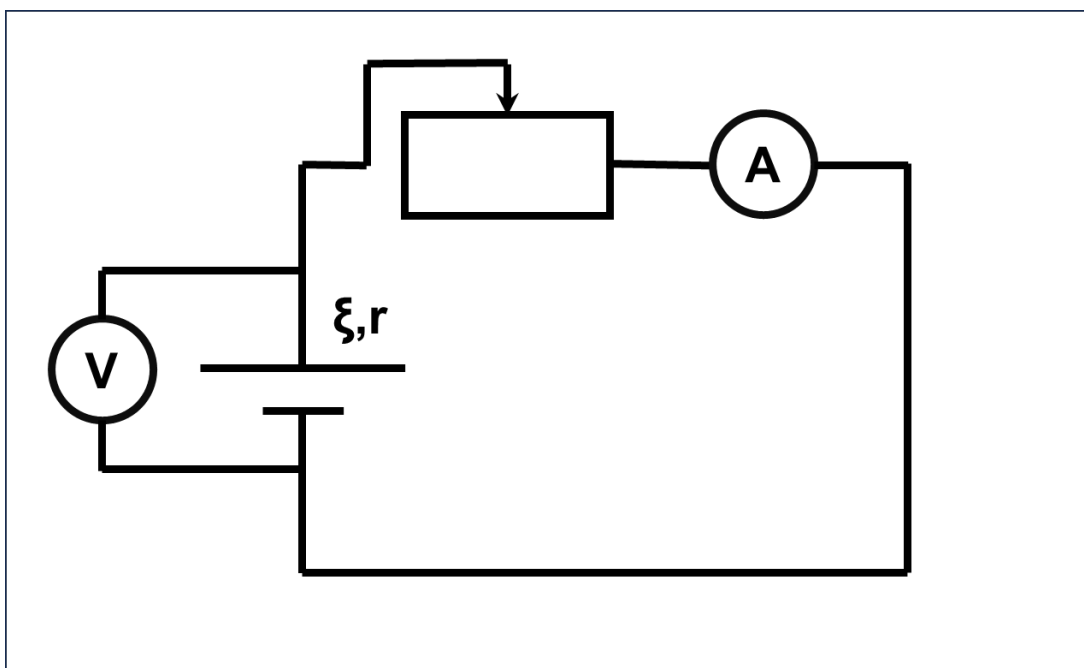
Электричество-1

Используйте предложенные электротехнические элементы (*батарея «крона», соединительные провода, реостат*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), и определите ЭДС батарейки и ее внутренне сопротивление.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости.

Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения



- 1) Необходимо подключить параллельно клеммам батарейки вольтметр, а амперметр и реостат – последовательно.
- 2) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах U от силы тока в цепи (I)
- 3) Из закона Ома для полной цепи для напряжения на клеммах источника существует следующая зависимость: $\xi - Ir = U$. Эта зависимость идентична линейной зависимости $y = kx + b$, а значит, если построить график, то ЭДС может быть найдена как точка пересечения графика $U(I)$ с осью ординат (осью U), а внутреннее сопротивление r – как коэффициент наклона графика.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Описана линейная зависимость, содержащая ЭДС, внутреннее сопротивление и напряжение $\xi - Ir = U$	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(I)$ – напряжения на клеммах батарейки от силы тока	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) Определено внутреннее сопротивление батареи, имеющее разумный порядок – не более 10 Ом	5
3) Определено ЭДС батареи, не превышающее заявленное на батарее напряжение	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I или I от U	15
Итого	60

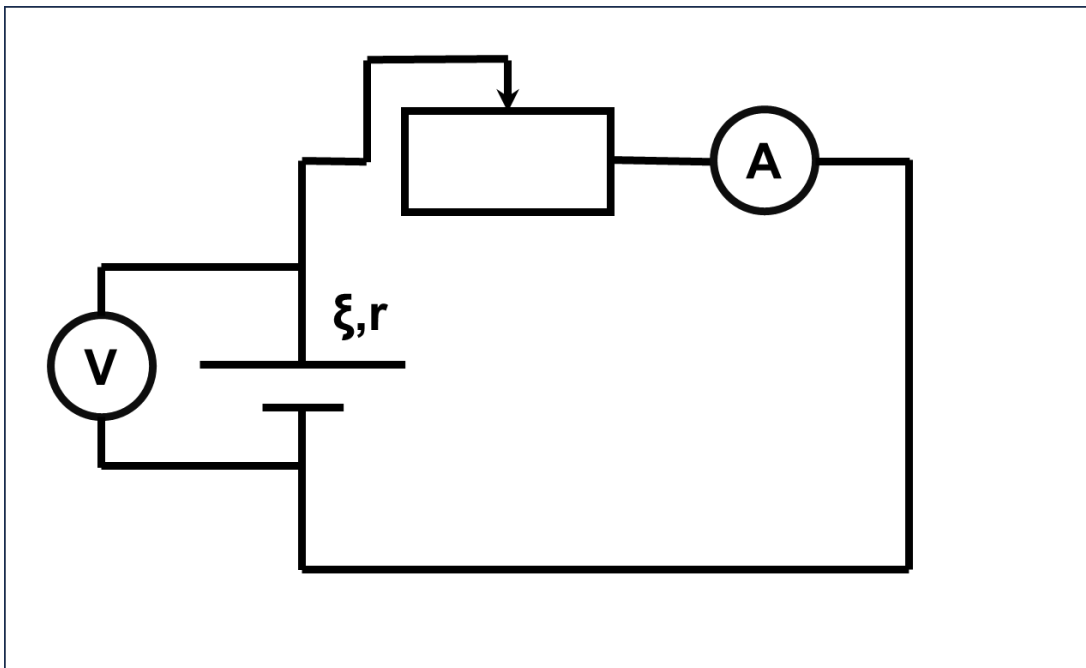
Электричество-2

Используйте предложенные электротехнические элементы (*батарейка АА, соединительные провода, реостат*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), и определите ЭДС батарейки и ее внутренне сопротивление.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости.

Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения



- 1) Необходимо подключить параллельно клеммам батарейки вольтметр, а амперметр и реостат – последовательно.
- 2) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах U от силы тока в цепи (I)
- 3) Из закона Ома для полной цепи для напряжения на клеммах источника существует следующая зависимость: $\xi - Ir = U$. Эта зависимость идентична линейной зависимости $y = kx + b$, а значит, если построить график, то ЭДС может быть найдена как точка пересечения графика $U(I)$ с осью ординат (осью U), а внутреннее сопротивление r – как коэффициент наклона графика.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Описана линейная зависимость, содержащая ЭДС, внутреннее сопротивление и напряжение $\xi - Ir = U$	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(I)$ – напряжения на клеммах батарейки от силы тока	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) Определено внутреннее сопротивление батареи, имеющее разумный порядок – не более 10 Ом	5
3) Определено ЭДС батареи, не превышающее заявленное на батарее напряжение	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I или I от U	15
Итого	60

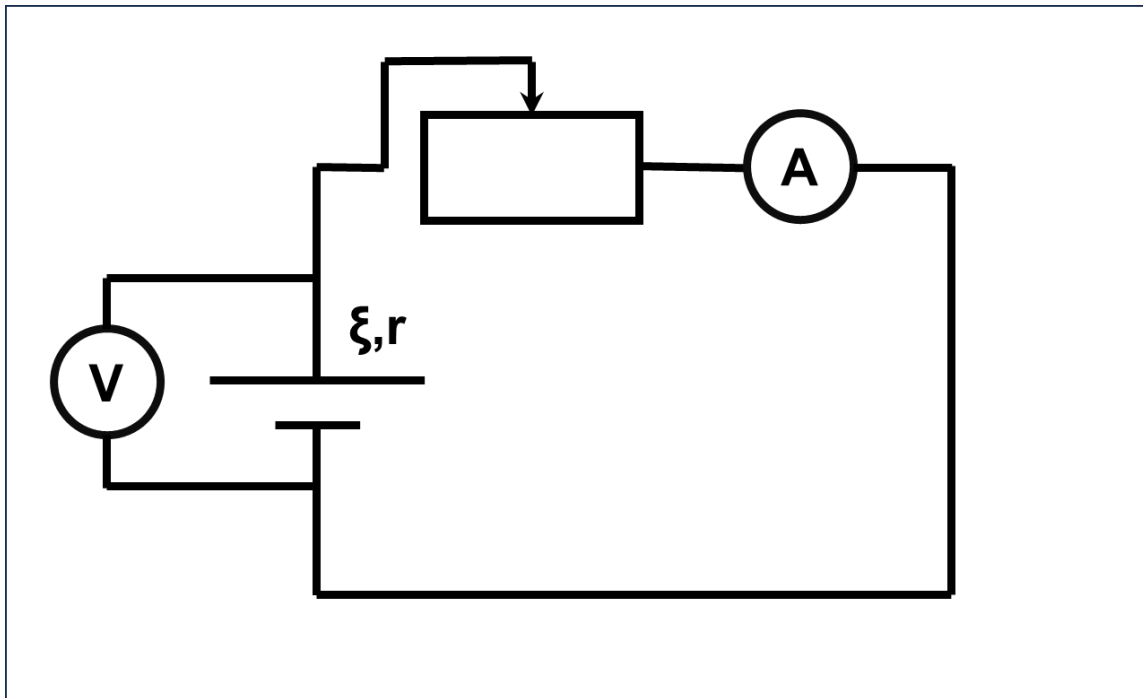
Электричество-3

Используйте предложенные электротехнические элементы (*батарейка ААА, соединительные провода, реостат*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), и определите ЭДС батарейки и ее внутренне сопротивление.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости.

Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения



- 1) Необходимо подключить параллельно клеммам батарейки вольтметр, а амперметр и реостат – последовательно.
- 2) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах U от силы тока в цепи (I)
- 3) Из закона Ома для полной цепи для напряжения на клеммах источника существует следующая зависимость: $\xi - Ir = U$. Эта зависимость идентична линейной зависимости $y = kx + b$, а значит, если построить график, то ЭДС может быть найдена как точка пересечения графика $U(I)$ с осью ординат (осью U), а внутреннее сопротивление r – как коэффициент наклона графика.

Критерии оценки

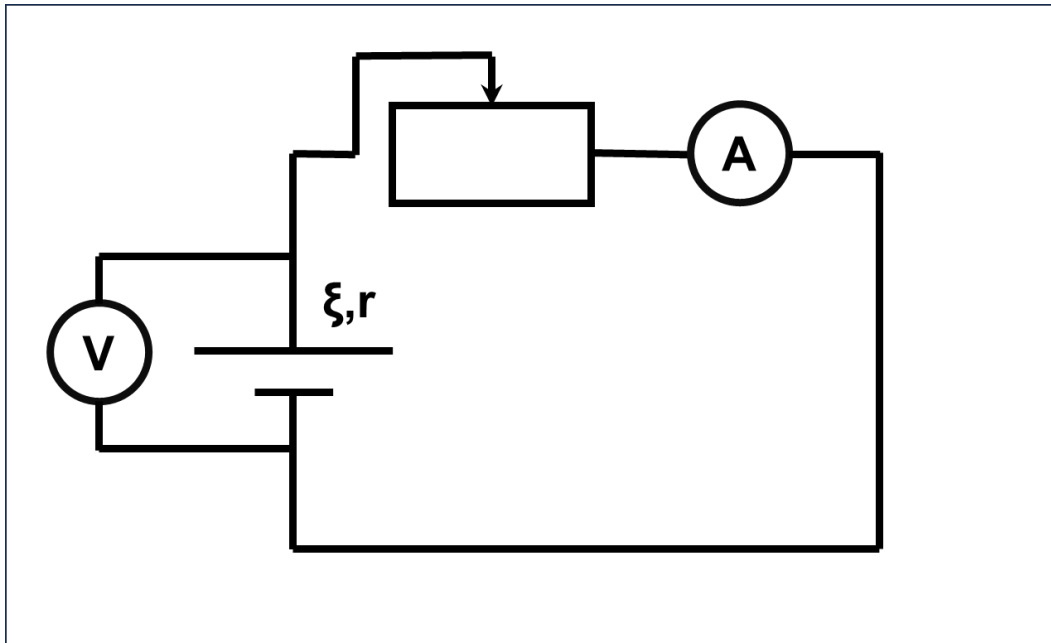
Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Описана линейная зависимость, содержащая ЭДС, внутреннее сопротивление и напряжение $\xi - Ir = U$	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(I)$ – напряжения на клеммах батарейки от силы тока	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) Определено внутреннее сопротивление батареи, имеющее разумный порядок – не более 10 Ом	5
3) Определено ЭДС батареи, не превышающее заявленное на батарее напряжение	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I или I от U	15
Итого	60

Электричество-4

Используйте предложенные электротехнические элементы (*батарея «крона», соединительные провода, реостат*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), и определите ЭДС батареи. Исследуйте зависимость КПД батареи от сопротивления нагрузки.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения



- 1) Необходимо подключить параллельно клеммам батареи вольтметр, а амперметр и реостат – последовательно.
- 2) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах $U_{\text{бат}}$ от силы тока в цепи (I)
- 3) Из закона Ома следует: $\xi - Ir = U_{\text{бат}}$. Изменяются сила тока и напряжение на клеммах источника питания, ЭДС(ξ) и внутреннее сопротивление источника остаются постоянными.
- 4) КПД равно отношению напряжения на реостате $U_{\text{рео}}$ к ЭДС. Зная ЭДС, можно снять экспериментальную зависимость КПД от сопротивления нагрузки, которое ищется по закону Ома. Для снятия этой экспериментальной зависимости, нужно включить вольтметр параллельно реостату

Критерии оценки

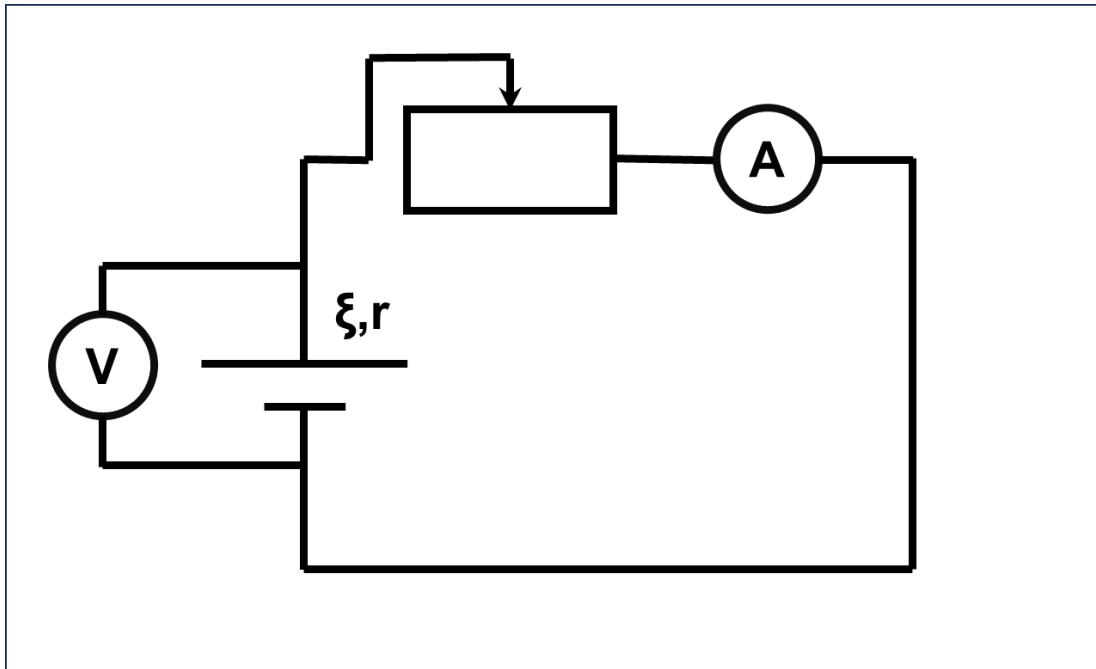
Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	2
2) Описана линейная зависимость, содержащая ЭДС, внутреннее сопротивление и напряжение $\xi - Ir = U$	4
3) Описана формула для КПД: $\eta = \frac{U_{\text{рео}}}{\xi}$	4
Задание 2.2.	
1) Участник конкурса корректно определил ЭДС батареи, по крайней мере, не превышающее заявленное на батарее напряжение	10
2) Снята зависимость КПД от сопротивления нагрузки	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I или I от U	15
Итого	60

Электричество-5

Используйте предложенные электротехнические элементы (*батареяка АА, соединительные провода, реостат*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), и определите ЭДС батарейки. Исследуйте зависимость КПД батарейки от сопротивления нагрузки.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения



- 1) Необходимо подключить параллельно клеммам батарейки вольтметр, а амперметр и реостат – последовательно.
- 2) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах $U_{\text{бат}}$ от силы тока в цепи (I)
- 3) Из закона Ома следует: $\xi - Ir = U_{\text{бат}}$. Изменяются сила тока и напряжение на клеммах источника питания, ЭДС(ξ) и внутреннее сопротивление источника остаются постоянными.
- 4) КПД равно отношению напряжения на реостате $U_{\text{рео}}$ к ЭДС. Зная ЭДС, можно снять экспериментальную зависимость КПД от сопротивления нагрузки, которое ищется по закону Ома. Для снятия этой экспериментальной зависимости, нужно включить вольтметр параллельно реостату

Критерии оценки

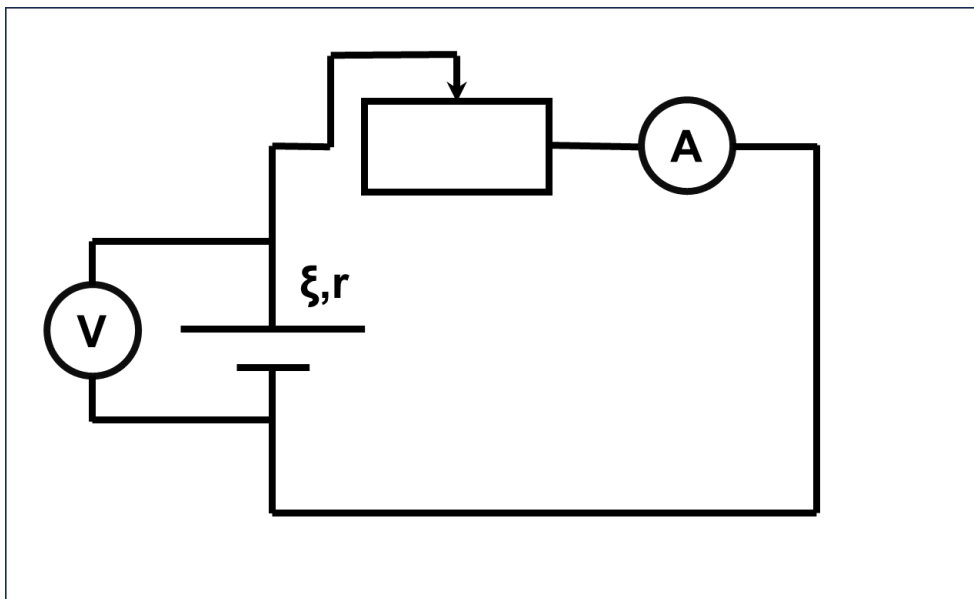
Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	2
2) Описана линейная зависимость, содержащая ЭДС, внутреннее сопротивление и напряжение $\xi - Ir = U$	4
3) Описана формула для КПД: $\eta = \frac{U_{\text{рео}}}{\xi}$	4
Задание 2.2.	
1) Участник конкурса корректно определил ЭДС батареи, по крайней мере, не превышающее заявленное на батарее напряжение	10
2) Снята зависимость КПД от сопротивления нагрузки	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I или I от U	15
Итого	60

Электричество-6

Используйте предложенные электротехнические элементы (*батарейка ААА, соединительные провода, реостат*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), и определите ЭДС батарейки. Исследуйте зависимость КПД батарейки от сопротивления нагрузки.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения



- 1) Необходимо подключить параллельно клеммам батарейки вольтметр, а амперметр и реостат – последовательно.
- 2) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах $U_{\text{бат}}$ от силы тока в цепи (I)
- 3) Из закона Ома следует: $\xi - Ir = U_{\text{бат}}$. Изменяются сила тока и напряжение на клеммах источника питания, ЭДС(ξ) и внутреннее сопротивление источника остаются постоянными.
- 4) КПД равно отношению напряжения на реостате $U_{\text{рео}}$ к ЭДС. Зная ЭДС, можно снять экспериментальную зависимость КПД от сопротивления нагрузки, которое ищется по закону Ома. Для снятия этой экспериментальной зависимости, нужно включить вольтметр параллельно реостату

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	2
2) Описана линейная зависимость, содержащая ЭДС, внутреннее сопротивление и напряжение $\xi - Ir = U$	4
3) Описана формула для КПД: $\eta = \frac{U_{\text{рео}}}{\xi}$	4
Задание 2.2.	
1) Участник конкурса корректно определил ЭДС батареи, по крайней мере, не превышающее заявленное на батарее напряжение	10
2) Снята зависимость КПД от сопротивления нагрузки	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I или I от U	15
Итого	60

Электричество-7

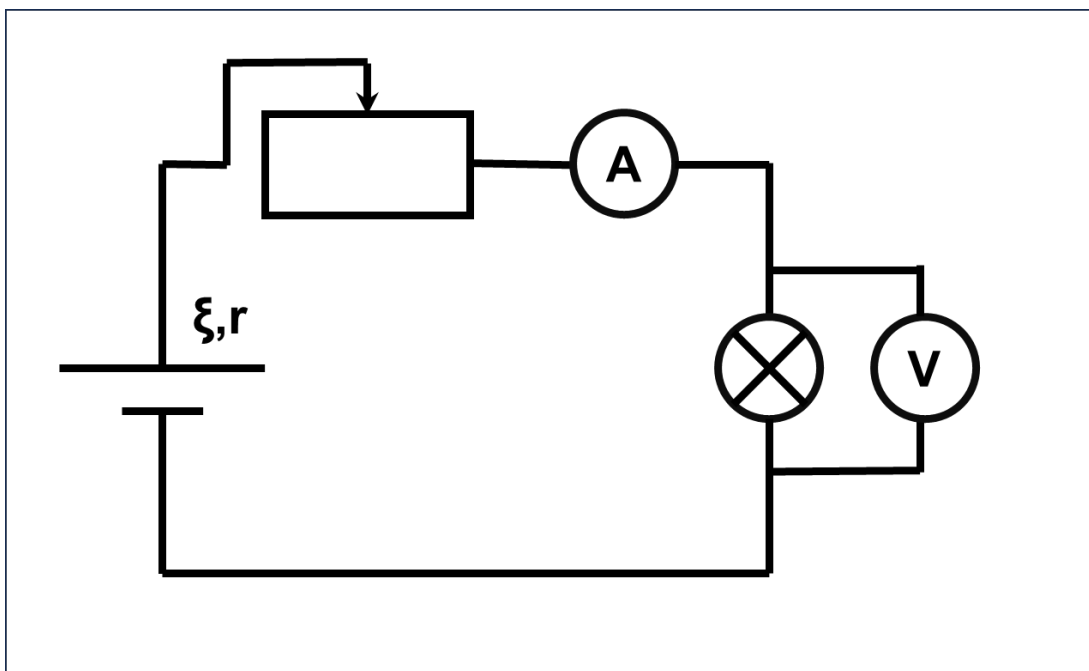
Используйте предложенные электротехнические элементы (*батарея «крона» или лабораторный блок питания, лампа накаливания МН 3,5-0,15, соединительные провода, реостат*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), и получите вольтамперную характеристику лампы накаливания.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Для получения дополнительных баллов, ответьте на вопросы:

- Является ли полученная зависимость линейной?
- Проанализируйте полученные результаты.

Возможный вариант выполнения



- 1) Необходимо подключить параллельно лампочке вольтметр, а амперметр и реостат – последовательно.
- 2) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах U от силы тока в цепи (I). Ток не должен быть слишком большим, иначе лампочка сгорит.
- 3) Вообще говоря, зависимость не будет являться линейной, поскольку электрическое сопротивление зависит от температуры!

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	10
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(I)$ – напряжения на лампочке от силы тока	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	3
Б – Зависимость содержит 4-5 и более точек	5
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I	10
2) В тексте указаны погрешности измерения приборов. Они корректно отображены на графике в виде «крестов погрешностей»	5
Задание 2.3.	
1) Участник сообщил, что зависимость является нелинейной	10
2) Нелинейность зависимости объяснена зависимостью электрического сопротивления от температуры	20
Итого	60

Электричество-8

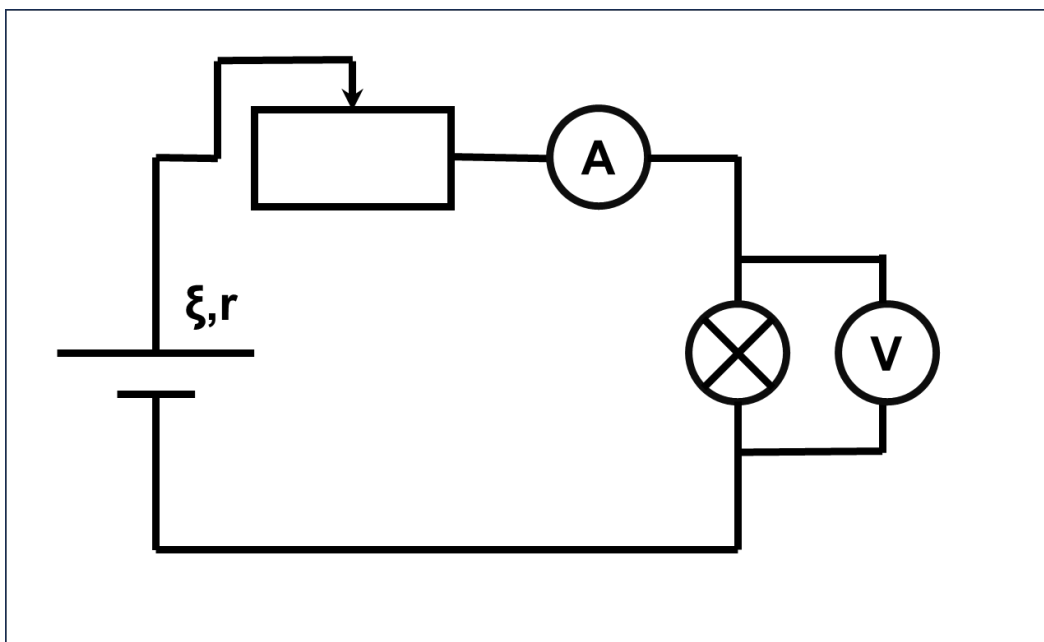
Используйте предложенные электротехнические элементы (*батарея «крона» или лабораторный блок питания, лампа накаливания МН 6,3-0,3, соединительные провода, реостат*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), и получите вольтамперную характеристику лампы накаливания.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Для получения дополнительных баллов, ответьте на вопросы:

- Является ли полученная зависимость линейной?
- Проанализируйте полученные результаты.

Возможный вариант выполнения



- 1) Необходимо подключить параллельно лампочке вольтметр, а амперметр и реостат – последовательно.
- 2) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах U от силы тока в цепи (I). Ток не должен быть слишком большим, иначе лампочка сгорит.
- 3) Вообще говоря, зависимость не будет являться линейной, поскольку электрическое сопротивление зависит от температуры!

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	10
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(I)$ – напряжения на лампочке от силы тока	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	3
Б – Зависимость содержит 4-5 и более точек	5
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I	10
2) В тексте указаны погрешности измерения приборов. Они корректно отображены на графике в виде «крестов погрешностей»	5
Задание 2.3.	
1) Участник сообщил, что зависимость является нелинейной	10
2) Нелинейность зависимости объяснена зависимостью электрического сопротивления от температуры	20
Итого	60

Электричество-9

Используйте предложенные электротехнические элементы (*батареяка «крона»/лабораторный источник питания с известным ЭДС, соединительные провода, реостат, сосуд-плошка с электродами, вода, поваренная соль*) и измерительные приборы (*линейка и два мультиметра*), и исследуйте вольт-амперную характеристику предложенного раствора.

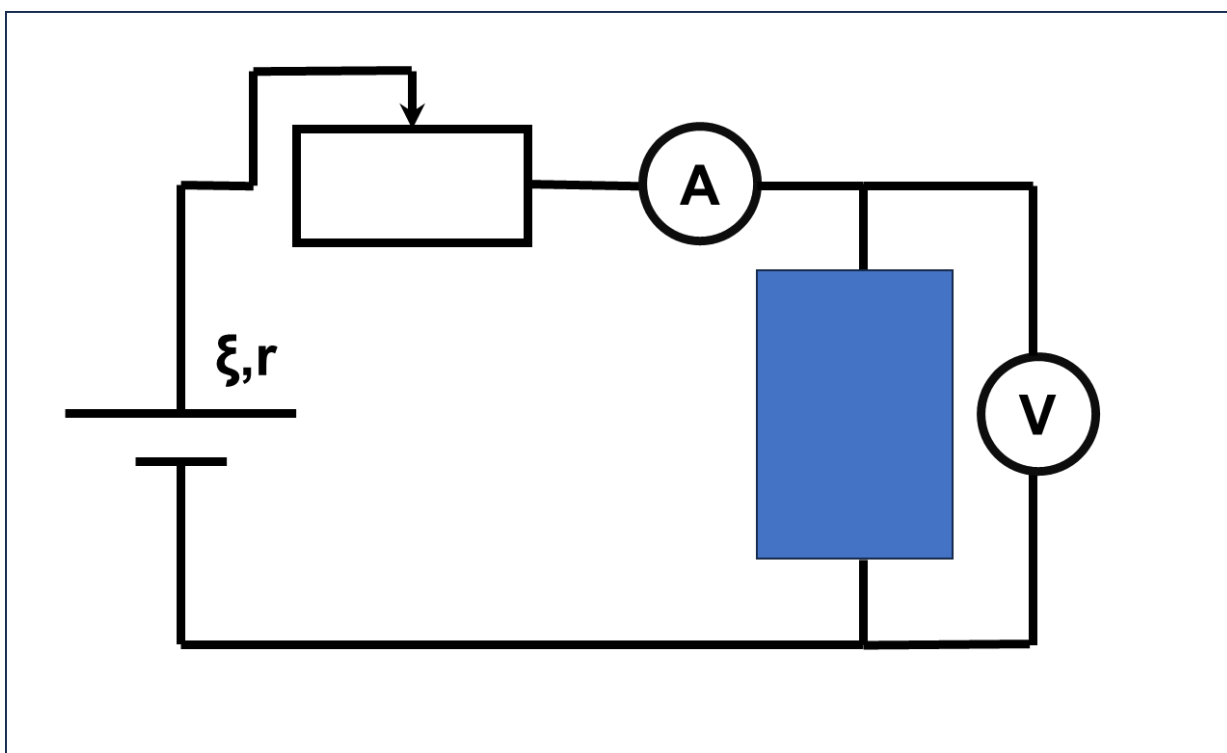
Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости.

Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Для получения дополнительных баллов, ответьте на вопросы:

- Соответствует ли полученная вольт-амперная характеристика вольт-амперной характеристике у резистора?
- Объясните полученный результат.

Возможный вариант выполнения. Комментарии для преподавателей и организаторов.



- 1) Необходимо подключить параллельно емкости с электродами вольтметр, а амперметр и реостат – последовательно.
- 2) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах U от силы тока в цепи (I).
- 3) Зависимость (в осях I , U) не будет проходить через начало координат. Это объясняется тем, что содержащиеся в растворе ионы покрывают электроды (поляризация). По сути, возникает поляризационная ЭДС.

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	10
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(I)$ – напряжения на электродах ванночки от силы тока, текущего через нее	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	10
Б – Зависимость содержит 4-5 и более точек	15
2) Отмечено, что зависимость не соответствует таковой для резистора	5
Задание 2.3.	
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I , содержащий погрешности измеряемых величин	15
1) Нелинейность зависимости объяснена поляризацией электродов	15
Итого	60

Электричество-10

Используйте предложенные электротехнические элементы (*батареяка «крона»/лабораторный источник питания с известным ЭДС, соединительные провода, реостат, сосуд-плошка с электродами, вода, медный купорос*) и измерительные приборы (*линейка и два мультиметра*), и исследуйте вольт-амперную характеристику предложенного раствора.

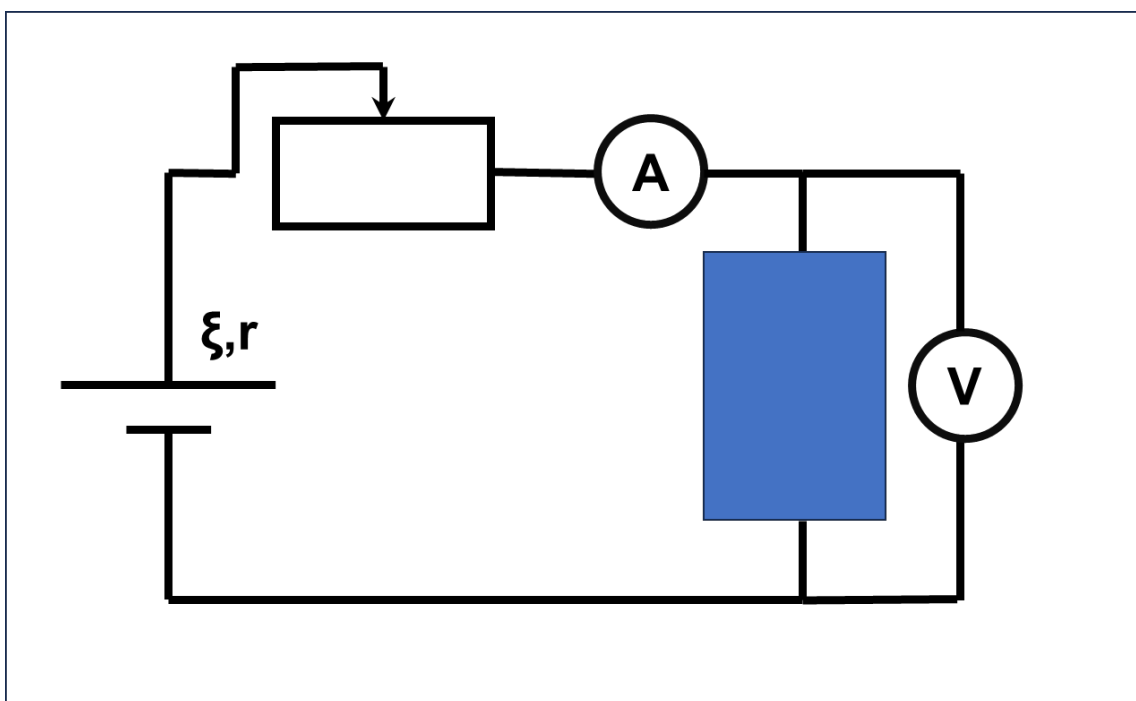
Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости.

Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Для получения дополнительных баллов, ответьте на вопросы:

- Соответствует ли полученная вольт-амперная характеристика вольт-амперной характеристике у резистора?
- Объясните полученный результат.

Возможный вариант выполнения. Комментарии для преподавателей и организаторов.



- 1) Необходимо подключить параллельно емкости с электродами вольтметр, а амперметр и реостат – последовательно.
- 2) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах U от силы тока в цепи (I).
- 3) Зависимость (в осях I , U) не будет проходить через начало координат. Это объясняется тем, что содержащиеся в растворе ионы покрывают электроды (поляризация). По сути, возникает поляризационная ЭДС.

Критерии оценки:

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	10
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(I)$ – напряжения на электродах ванночки от силы тока, текущего через нее	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	10
Б – Зависимость содержит 4-5 и более точек	15
2) Отмечено, что зависимость не соответствует таковой для резистора	5
Задание 2.3.	
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I , содержащий погрешности измеряемых величин	15
1) Нелинейность зависимости объяснена поляризацией электродов	15
Итого	60

Электричество-11

Вам предложены электротехнические элементы (**соединительные провода, реостат**), материалы (**лимон, оцинкованный болт/гвоздь, медная проволока**) и измерительные приборы (**два мультиметра**). Если Вы считаете возможным получить электрический ток с использованием предложенных материалов, то опишите конструкцию источника напряжения.

1) определите его ЭДС.

2) Определите его внутреннее сопротивление.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения

- 1) В лимон нужно воткнуть оцинкованный болт/гвоздь с одной стороны, и медную проволоку с другой (главное, чтобы они не контактировали друг с другом). Так будет получен простой медно-цинковый гальванический элемент.
- 2) Необходимо подключить параллельно клеммам гальванического элемента, а амперметр и реостат – последовательно.
- 3) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах U от силы тока в цепи (I)
- 4) Из закона Ома для полной цепи для напряжения на клеммах источника существует следующая зависимость: $\xi - Ir = U$. Эта зависимость идентична линейной зависимости $y = kx + b$, а значит, если построить график, то ЭДС может быть найдена как точка пересечения графика $U(I)$ с осью ординат (осью U), а внутреннее сопротивление r – как коэффициент наклона графика.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса собрал и описал гальванический элемент на основе лимона.	5
2) Описана линейная зависимость, содержащая ЭДС, внутреннее сопротивление и напряжение $\xi - Ir = U$	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(I)$ – напряжения на клеммах батарейки от силы тока	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) Определено внутреннее сопротивление гальванического элемента	5
3) Определено ЭДС батареи, по крайней мере, не превышающее нескольких вольт.	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I или I от U	15
Итого	60

Электричество-12

Вам предложены электротехнические элементы (**соединительные провода, реостат**), материалы (**апельсин, оцинкованный болт/гвоздь, медная проволока**) и измерительные приборы (**два мультиметра**). Если Вы считаете возможным получить электрический ток с использованием предложенных материалов, то опишите конструкцию источника напряжения.

1) определите его ЭДС.

2) Определите его внутреннее сопротивление.

Запишите все необходимые формулы и сформулируйте законы. Проведите серию измерений и снимите экспериментальную зависимость. Рассчитайте погрешности и отобразите их на построенной экспериментальной зависимости. Проанализируйте, за счет чего можно было бы повысить точность эксперимента?

Возможный вариант выполнения

- 1) В апельсин нужно воткнуть оцинкованный болт/гвоздь с одной стороны, и медную проволоку с другой (главное, чтобы они не контактировали друг с другом). Так будет получен простой медно-цинковый гальванический элемент.
- 2) Необходимо подключить параллельно клеммам гальванического элемента, а амперметр и реостат – последовательно.
- 3) Изменяя сопротивление реостата, снять несколько точек экспериментальной зависимости напряжения на клеммах U от силы тока в цепи (I)
- 4) Из закона Ома для полной цепи для напряжения на клеммах источника существует следующая зависимость: $\xi - Ir = U$. Эта зависимость идентична линейной зависимости $y = kx + b$, а значит, если построить график, то ЭДС может быть найдена как точка пересечения графика $U(I)$ с осью ординат (осью U), а внутреннее сопротивление r – как коэффициент наклона графика.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса собрал и описал гальванический элемент на основе апельсина.	5
2) Описана линейная зависимость, содержащая ЭДС, внутреннее сопротивление и напряжение $\xi - Ir = U$	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(I)$ – напряжения на клеммах батарейки от силы тока	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) Определено внутреннее сопротивление гальванического элемента	5
3) Определено ЭДС батареи, по крайней мере, не превышающее нескольких вольт.	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от I или I от U	15
Итого	60

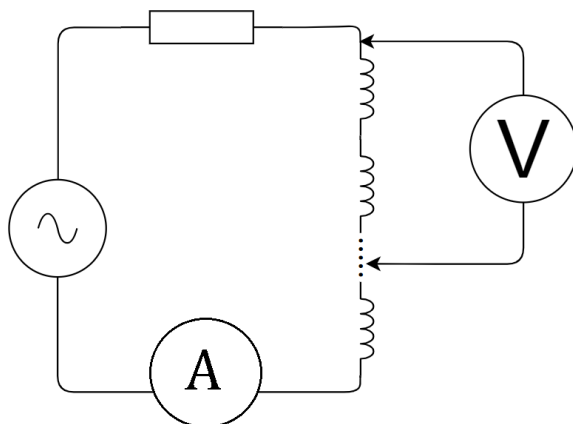
Электричество-13

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, 5 одинаковых катушек, резистор, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), определите эквивалентную индуктивность последовательно соединенных катушек и найдите индуктивность каждой из них.

Следует провести несколько измерений, построить график экспериментальной зависимости, корректно обработать экспериментальные данные и оформить отчет.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Измерить напряжение U для различного количества катушек N . Так как элементы цепи соединены последовательно, то сила тока I для каждого элемента одинакова.

- 3) Построить график зависимости $U(N)$. Зависимость носит линейный характер. Полученный результат объясняется тем, что при последовательном соединении катушек их эквивалентная индуктивность равна сумме индуктивностей $L_{\text{экв}} = NL_1$.

- 4) Зная ток во внешней цепи и частоту генератора, с помощью формулы

$$U = I\sqrt{(\omega L)^2 + R^2}$$

найти значение индуктивности.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(N)$ – напряжения на катушках от их количества	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод, что эквивалентная индуктивность равна сумме индуктивностей каждой из катушек	5
3) Найдено значение индуктивности катушки	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от N	15
Итого	60

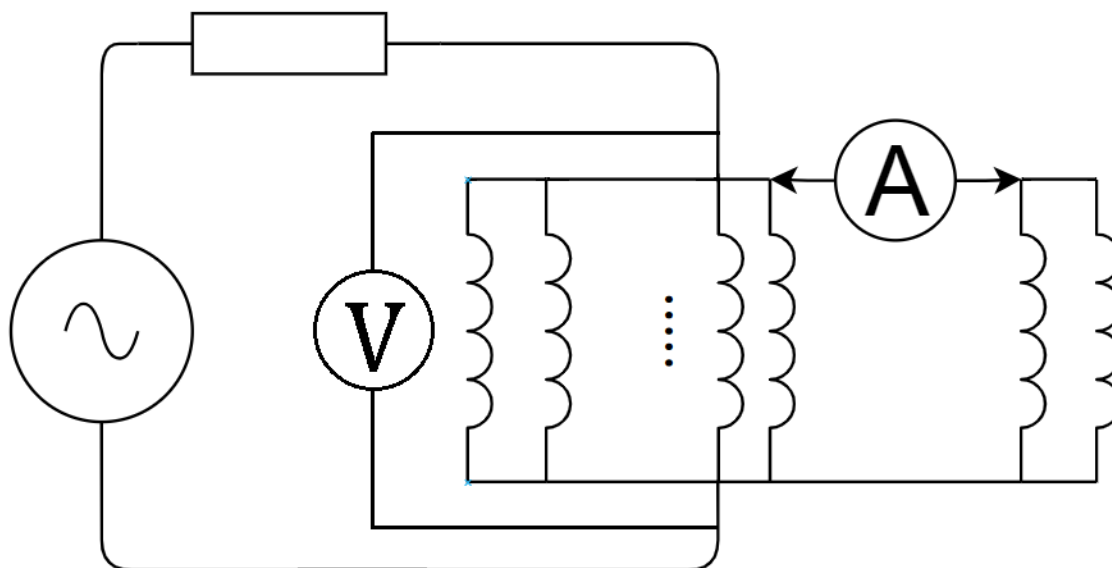
Электричество-14

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, 5 одинаковых катушек индуктивности, резистор, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), определите эквивалентную индуктивность параллельно соединенных катушек и найдите индуктивность каждой из них.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Измерить силу тока I для различного количества катушек N . Так как элементы цепи соединены параллельно, то напряжение U для них одинаковое.

- 3) Построить график зависимости I от N . Зависимость носит линейный характер. Полученный результат объясняется тем, что при параллельном соединении катушек их эквивалентная индуктивность находится по формуле $\frac{1}{L_{\text{экв}}} = \frac{N}{L_1}$.

- 4) Зная напряжение во внешней цепи и частоту генератора, с помощью формулы

$$U = I\sqrt{(\omega L)^2 + R^2}$$

найти значение индуктивности.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $I(N)$ – напряжения на катушках от их количества	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод, что эквивалентная индуктивность равна индуктивности одной катушки, деленной на их количество	5
3) Найдено значение индуктивности одной катушки	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости I от N	15
Итого	60

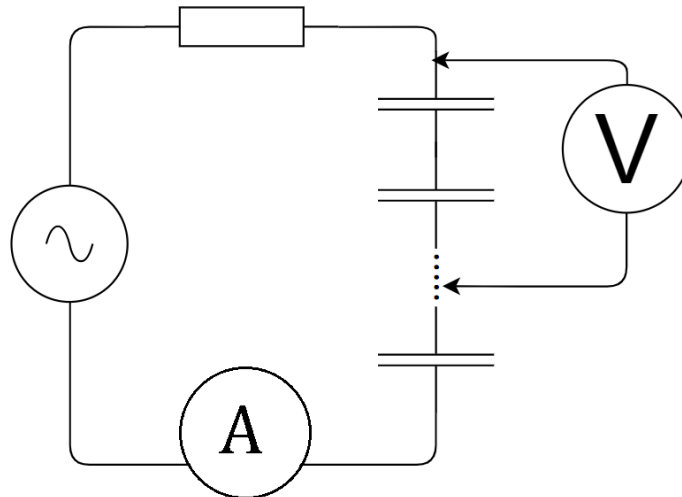
Электричество-15

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, 5 одинаковых конденсаторов, резистор, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), определите эквивалентную емкость последовательно соединенных конденсаторов и найдите емкость каждого из них.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Измерить напряжение U для различного количества конденсаторов N . Так как элементы цепи соединены последовательно, то сила тока I для каждого элемента одинакова.

- 3) Построить график зависимости U от N . Зависимость носит линейный характер. Полученный результат объясняется тем, что при последовательном соединении конденсаторов их эквивалентная емкость находится по формуле $\frac{1}{C_{\text{экв}}} = \frac{N}{C_1}$.

- 4) Зная ток во внешней цепи и частоту генератора, с помощью формулы

$$U = I\sqrt{(\omega C)^{-2} + R^2}$$

найти значение емкости.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(N)$ – напряжения на конденсаторах от их количества	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод, что эквивалентная емкость равна емкости одного конденсатора, деленного на их количество	5
3) Найдено значение емкости конденсатора	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от N	15
Итого	60

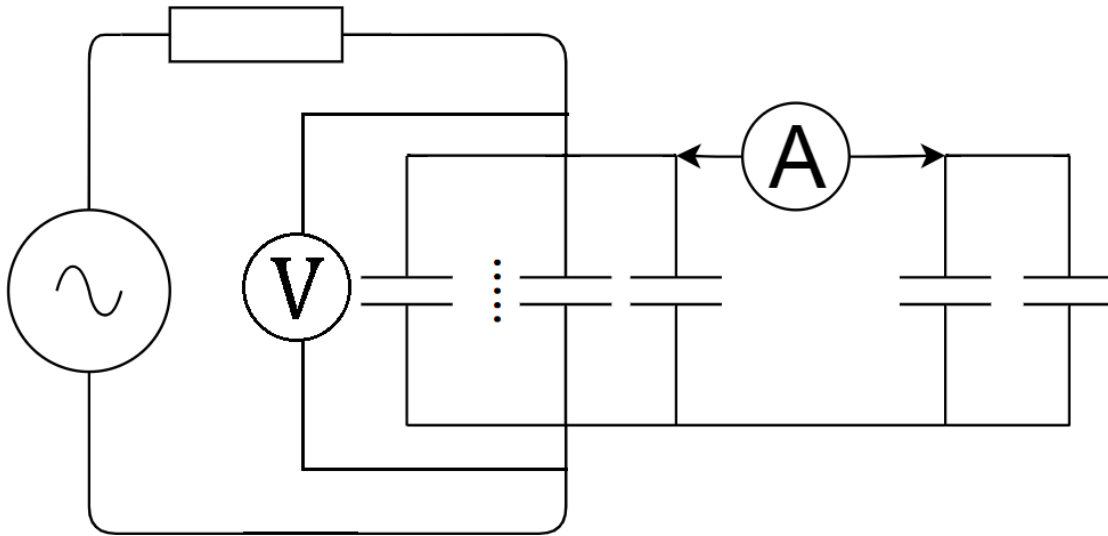
Электричество-16

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, 5 одинаковых конденсаторов, резистор, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*), определите эквивалентную емкость параллельно соединенных конденсаторов и найдите емкость каждого из них.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Измерить силу тока I для различного количества конденсаторов N . Так как элементы цепи соединены параллельно, то напряжение U для них одинаковое.
- 3) Построить график зависимости I от N . Зависимость носит линейный характер. Полученный результат объясняется тем, что при параллельном соединении конденсаторов их эквивалентная емкость находится по формуле $C_{\text{экв}} = NC_1$.
- 4) Зная напряжение во внешней цепи и частоту генератора, с помощью формулы

$$U = I\sqrt{(\omega C)^{-2} + R^2}$$

найти значение емкости.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $I(N)$ – силы тока на конденсаторах от их количества	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод, что эквивалентная емкость равна емкости одного конденсатора, умноженного на их количество	5
3) Найдено значение емкости конденсатора	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости I от N	15
Итого	60

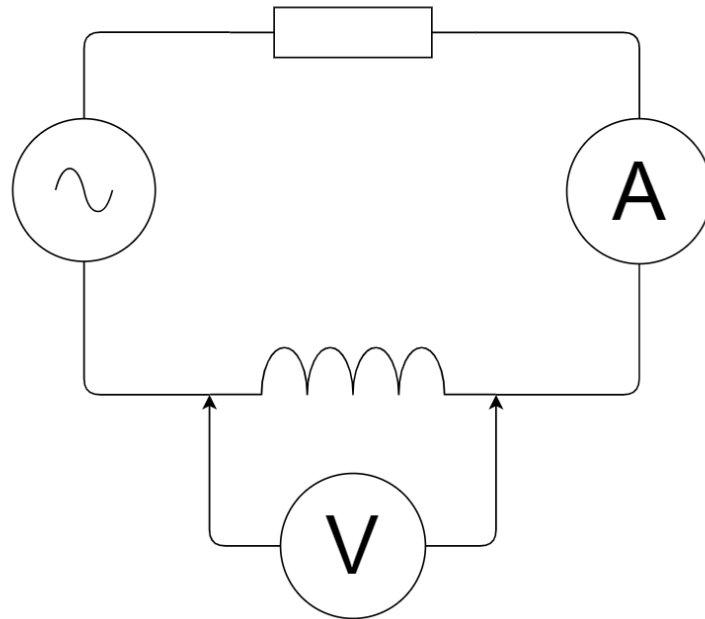
Электричество-17

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, 5 резисторов с известными сопротивлениями, катушка неизвестной индуктивности, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*) и определите индуктивность катушки при последовательном соединении с резистором.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Изменяя величину входного напряжения генератора, поддерживать показания на амперметре постоянными.
- 3) Измеряя поочередно напряжение на резисторе и на катушке, можно найти индуктивность катушки из равенства сил тока:

$$\frac{U_L}{\omega L} = \frac{U_R}{R}$$

- 4) По полученным данным построить график зависимости напряжения на резисторе U_R от величины сопротивления R , так как согласно формуле выше зависимость линейная.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(R)$ – напряжения на резисторе от сопротивления	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод о полученных результатах измерений	5
3) Найдено значение индуктивности катушки	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от R	15
Итого	60

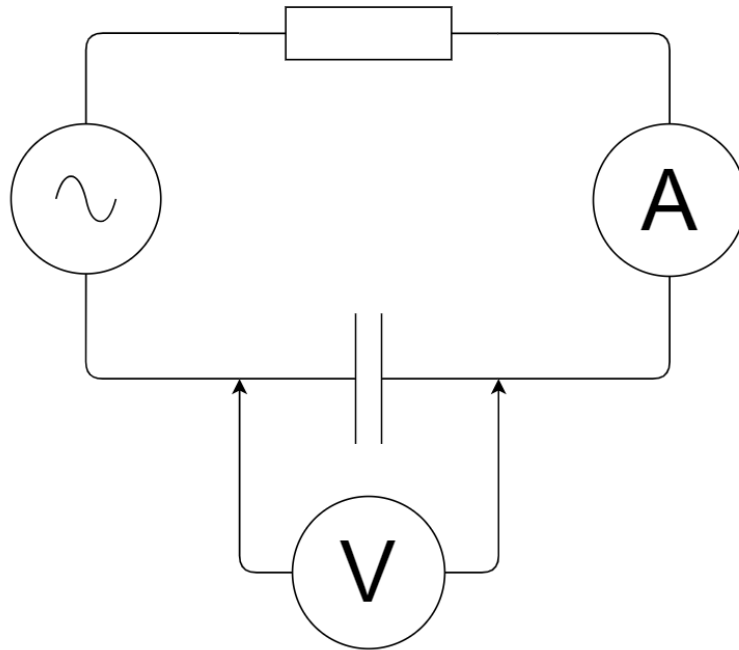
Электричество-18

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, 5 резисторов с известными сопротивлениями, конденсатор неизвестной емкости, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*) и определите емкость конденсатора при последовательном соединении с резистором.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Изменяя величину входного напряжения генератора, поддерживать показания на амперметре постоянными.
- 3) Измеряя поочередно напряжение на резисторе и на конденсаторе, можно найти индуктивность катушки из равенства сил тока:

$$U_C \omega C = \frac{U_R}{R}$$

- 4) По полученным данным построить график зависимости напряжения на резисторе U_R от величины сопротивления R , так как согласно формуле выше зависимость линейная.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(R)$ – напряжения на резисторе от сопротивления	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод о полученной зависимости	5
3) Найдено значение емкости конденсатора	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от R	15
Итого	60

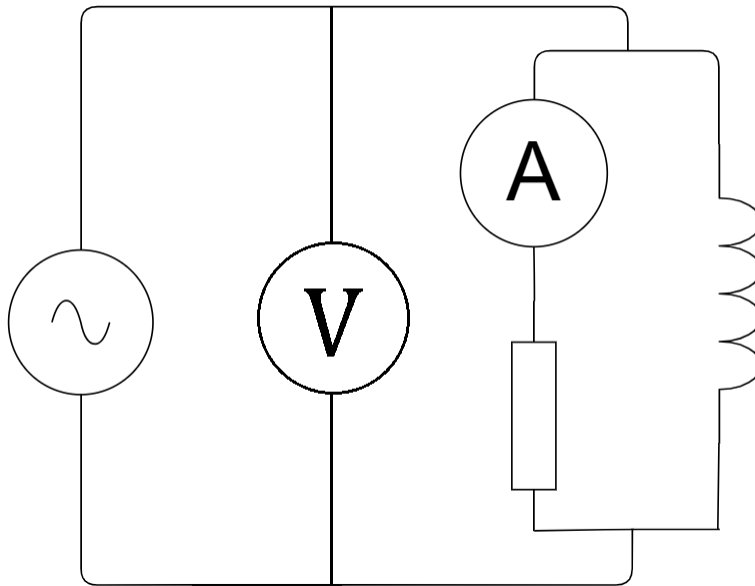
Электричество-19

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, 5 резисторов с известными сопротивлениями, катушка с неизвестной индуктивностью, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*) и определите индуктивность катушки при параллельном соединении с резистором.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Изменяя величину входного напряжения генератора, поддерживать показания вольтметра постоянными.
- 3) Измеряя поочередно силу тока на резисторе и на катушке, можно найти индуктивность катушки из равенства напряжений:

$$I_L \omega L = I_R R$$

- 4) По полученным данным построить график зависимости силы тока на резисторе I_R от обратной величины сопротивления $1/R$, так как согласно формуле выше зависимость линейная.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $I(R)$ – силы тока на резисторе от сопротивления	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод о полученных результатах измерений	5
3) Найдено значение индуктивности катушки	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости I от $1/R$	15
Итого	60

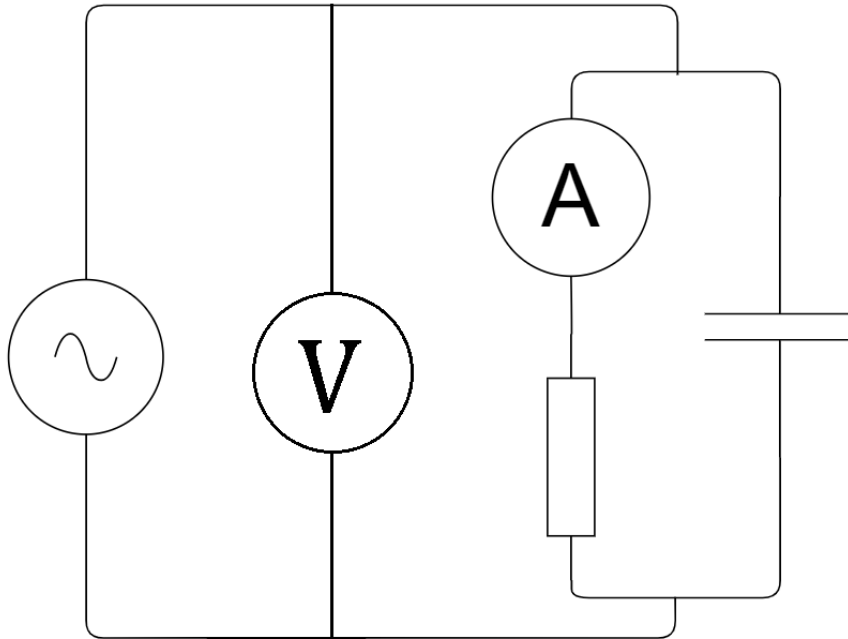
Электричество-20

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, 5 резисторов с известными сопротивлениями, конденсатор с неизвестной емкостью, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*) и определите емкость конденсатора при параллельном соединении с резистором.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Изменяя величину входного напряжения на генераторе, поддерживать показания напряжения постоянными.
- 3) Измеряя поочередно силу тока на резисторе и на катушке, можно найти индуктивность катушки из равенства напряжений:

$$\frac{I_C}{\omega C} = I_R R$$

- 4) По полученным данным построить график зависимости силы тока на резисторе I_R от обратной величины сопротивления $1/R$, так как согласно формуле выше зависимость линейная.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $I(R)$ – силы тока на резисторе от сопротивления	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод о полученных результатах измерений	5
3) Найдено значение емкости конденсатора	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости I от $1/R$	15
Итого	60

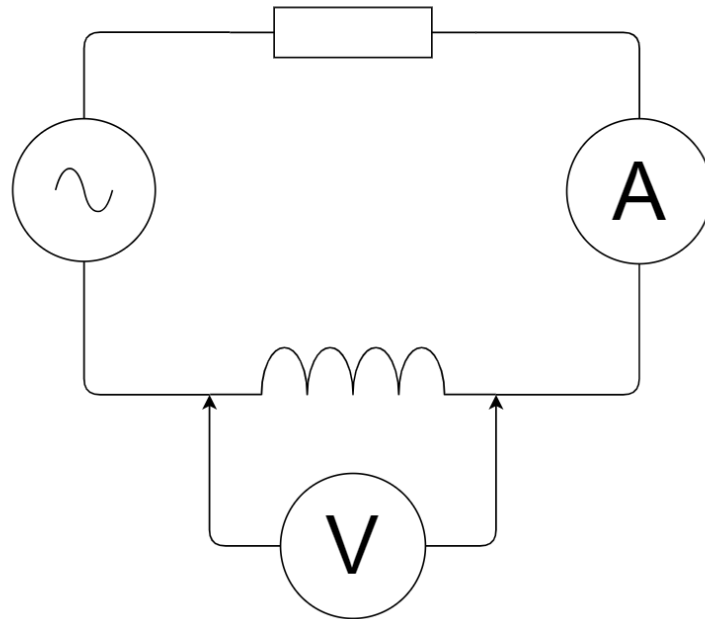
Электричество-21

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, резистор неизвестного сопротивления, 5 катушек индуктивности, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*) и определите сопротивление резистора при последовательном соединении с катушкой.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Изменяя величину входного напряжения на генераторе, поддерживать показания амперметра постоянными.
- 3) Измеряя поочередно напряжение на резисторе и на катушке, можно найти сопротивление из равенства сил тока:

$$\frac{U_L}{\omega L} = \frac{U_R}{R}$$

- 4) По полученным данным построить график зависимости напряжения на катушке U_L от величины индуктивности L , так как согласно формуле выше зависимость линейная.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(L)$ – напряжение на катушке от индуктивности	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод о полученных результатах измерений	5
3) Найдено значение сопротивления	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от L	15
Итого	60

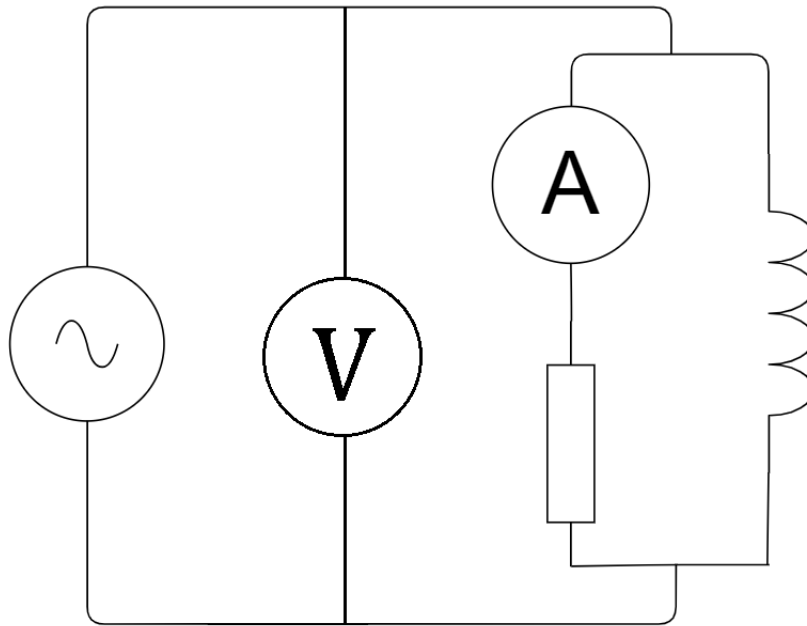
Электричество-22

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, резистор неизвестного сопротивления, 5 катушек индуктивности, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*) и определите сопротивление резистора при параллельном соединении с катушкой.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Изменяя величину входного напряжения на генераторе, поддерживать показания напряжения постоянными.

- 3) Измеряя поочередно силу тока на резисторе и на катушке, можно найти сопротивление из равенства напряжений:

$$I_L \omega L = I_R R$$

- 4) По полученным данным построить график зависимости силы тока на катушке I_L от обратной величины индуктивности $1/L$, так как согласно формуле выше зависимость линейная.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $I(L)$ – силы тока на катушке от индуктивности	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод о полученных результатах измерений	5
3) Найдено значение сопротивления	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости I от $1/L$	15
Итого	60

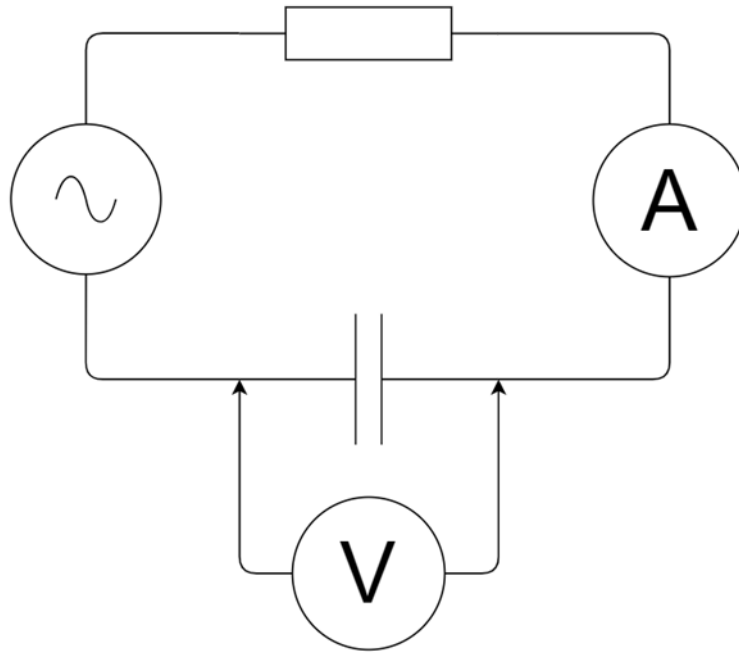
Электричество-23

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, резистор неизвестного сопротивления, 5 различных конденсаторов, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*) и определите сопротивление резистора при последовательном соединении с конденсатором.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Изменяя величину входного напряжения на генераторе, поддерживать показания силы тока постоянными.
- 3) Изменяя поочередно напряжение на резисторе и на конденсаторе, можно найти сопротивление из равенства сил тока:

$$U_C \omega C = \frac{U_R}{R}$$

- 4) По полученным данным построить график зависимости напряжения на конденсаторе U_C от обратной величины емкости $1/C$, так как согласно формуле выше зависимость линейная.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $U(C)$ – напряжения на конденсаторе от емкости	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод о полученных результатах измерений	5
3) Найдено значение сопротивления	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости U от $1/C$	15
Итого	60

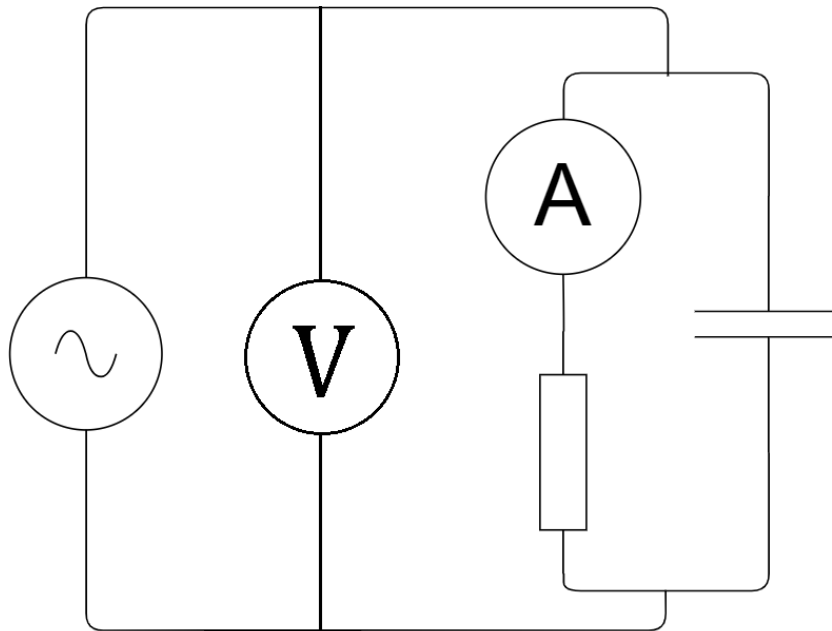
Электричество-24

Используйте предложенные электротехнические элементы (*источник переменного тока, резистор неизвестного сопротивления, 5 различных конденсаторов, соединительные провода*) и измерительные приборы (*два мультиметра*) и определите сопротивление резистора при параллельном соединении с конденсатором.

Следует провести несколько измерений и построить корректно оформленный график экспериментальной зависимости.

Возможный вариант выполнения

- 1) Собрать схему, представленную на рисунке.



- 2) Изменяя величину входного напряжения на генераторе, поддерживать показания напряжения постоянными.
- 3) Измеряя поочередно силу тока на резисторе и на катушке, можно найти сопротивление из равенства напряжений:

$$\frac{I_C}{\omega C} = I_R R$$

- 4) По полученным данным построить график зависимости силы тока на конденсаторе I_C от емкости C , так как согласно формуле выше зависимость линейная.

Критерии оценки

Критерий	Баллы
Задание 2.1.	
1) Участник конкурса изобразил схему, позволяющую выполнить эксперимент	5
2) Записаны необходимые формулы и законы	5
Задание 2.2.	
1) Снята экспериментальная зависимость $I(C)$ – силы тока на конденсаторе от емкости	
А – Зависимость содержит 2-3 точки	8
Б – Зависимость содержит 4 и более точек	10
2) По полученных данным участник сделал обоснованный вывод о полученных результатах измерений	5
3) Найдено значение сопротивления	5
Задание 2.3.	
1) Корректно описаны формулы, по которым производилась оценка погрешности, грамотно оценена погрешность эксперимента	15
2) На миллиметровой бумаге построен оформленный в соответствии с требованиями и хорошо читаемый график зависимости I от C	15
Итого	60